

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:



SOCI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



## PROGETTO ESECUTIVO

### ITINERARIO NAPOLI - BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA

RILEVATI

RI00 – GENERALI

Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio HIRPINIA AV Il Direttore Tecnico Ing. Vincenzo Moriello 10/06/2020	Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani	 Ing. R. Zanon

COMMESSA    LOTTO    FASE    ENTE    TIPO DOC.    OPERA/DISCIPLINA    PROGR.    REV.    SCALA:

IF28    01    E    ZZ    RB    RI0000    001    B    -

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione per consegna	M.Ceschi	21/02/2020	L.Marruccelli	21/02/2020	T. Finocchietti	21/02/2020	Ing. R. Zanon
B	Recepimento istruttoria	M.Ceschi	10/06/2020	L.Marruccelli	10/06/2020	T.Finocchietti	10/06/2020	
								10/06/2020

File: IF2801EZZRBRI0000001B

n. Elab.: -

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RB</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI0000 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>2 di 60</b>

## Indice

1	PREMESSA .....	4
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	4
2.1	DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO.....	4
2.2	NORMATIVA E STANDARD DI RIFERIMENTO.....	4
2.3	SOFTWARE .....	5
3	MATERIALI.....	6
3.1	PARALINK .....	6
4	CODICI DI CALCOLO E METODOLOGIA DI VERIFICA .....	7
4.1	VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE: SLIDE.....	7
4.2	ANALISI DEI CEDIMENTI: SETTLE 3D.....	7
4.3	VERIFICHE DI PORTANZA .....	7
5	CRITERI DI VERIFICA.....	8
5.1	VERIFICHE NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU).....	8
5.2	VERIFICHE AGLI SLE .....	9
6	AZIONE SISMICA DI PROGETTO .....	10
6.1	COEFFICIENTI SISMICI PER LE VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE .....	11
7	CARATTERISTICHE DEL CORPO FERROVIARIO.....	11
7.1	DESCRIZIONE DEI TRATTI IN RILEVATO .....	11
7.2	MATERIALI .....	11
7.3	CARICHI DI PROGETTO .....	12
8	DATI GEOTECNICI CALCOLO .....	13
8.1	RI01 .....	13
8.2	RI03 .....	14
8.3	RI04 .....	15
8.4	RI05 .....	17
9	SEZIONI DI CALCOLO.....	19
9.1	RI01 .....	19
9.2	RI03 .....	20
9.3	RI04 .....	21

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RB</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI0000 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>3 di 60</b>

9.4	RI05 .....	21
<b>10</b>	<b>VERIFICHE SLU - STABILITA' GLOBALE .....</b>	<b>22</b>
10.1	CRITERI DI VERIFICA .....	22
10.2	RI01 .....	22
10.3	RI03 .....	25
10.4	RI04 .....	29
10.5	RI05 .....	33
<b>11</b>	<b>VERIFICHE SLU – PORTANZA DEI RILEVATI .....</b>	<b>37</b>
11.1	CRITERI DI VERIFICA .....	37
11.2	RI01 .....	37
11.3	RI03 .....	38
11.4	RI04 .....	39
11.5	RI05 .....	40
<b>12</b>	<b>VERIFICHE SLE - ANALISI DEI CEDIMENTI .....</b>	<b>41</b>
12.1	CRITERI DI VERIFICA .....	41
12.2	RI01 .....	41
12.3	RI03 .....	47
12.4	RI04 .....	53
12.5	RI05 .....	58

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RB</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI0000 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>4 di 60</b>

## 1 PREMESSA

La presente relazione illustra e riassume i risultati del calcolo delle verifiche di stabilità globale e dei cedimenti dei rilevati RI01, RI03, RI04 e RI05 nell'ambito della progettazione esecutiva del raddoppio del I° lotto funzionale Apice-Hirpinia della tratta Apice - Orsara (itinerario Napoli – Bari).

## 2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

### 2.1 DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO

1. Progetto Definitivo – Relazione Geotecnica Generale tratta allo scoperto da pk 0+000 a pk 2+700 (IF0G01D09RBOC0001001A)
2. Progetto Definitivo – Relazione Sismica tratta allo scoperto da pk 0+000 a pk 2+700 (IF0G01D09RBOC0001005A)
3. Progetto Definitivo – Relazione Geotecnica Generale tratta allo scoperto da pk 9+550 a pk 10+075 (IF0G01D09RBOC0001003A)
4. Progetto Definitivo – Relazione Sismica tratta allo scoperto da pk pk 9+550 a pk 10+075 (IF0G01D09RBOC0001007A)
5. Progetto Definitivo – Profilo geotecnico tratta allo scoperto da pk pk 9+550 a pk 10+075 (IF0G01D09F6OC0001004A)
6. Progetto Definitivo – Relazione Geotecnica Generale tratta allo scoperto da pk 16+625 a pk 18+713 (IF0G01D09RBOC0001004A)
7. Progetto Definitivo – Relazione Sismica tratta allo scoperto da pk 16+625 a pk 18+713 (IF0G01D09RBOC0001008A)
8. Progetto Definitivo – Profilo geotecnico tratta allo scoperto da pk 16+625 a pk 18+713 (IF0G01D09F6OC0001005A)
9. Progetto Esecutivo – Relazione Geotecnica Generale tratta all'aperto da pk 0+000 a pk 2+700 (IF2801EZZRBOC0001001A)
10. Progetto Esecutivo – Relazione Sismica tratta all'aperto da pk 0+000 a pk 2+700 (IF2801EZZRBOC0001009A)
11. Progetto Esecutivo – Relazione Geotecnica Generale tratta all'aperto da pk 9+550 a pk 10+075 (IF2801EZZRBOC0001003A)
12. Progetto Esecutivo – Profilo geotecnico tratta all'aperto da pk 9+550 a pk 10+075 (IF2801EZZF6OC0001004A)
13. Progetto Esecutivo – Relazione Sismica tratta all'aperto da pk 9+550 a pk 10+075 (IF2801EZZRBOC0001011A)
14. Progetto Esecutivo – Relazione Geotecnica Generale tratta all'aperto da pk 16+625 a pk 18+713 (IF2801EZZRBOC0001004A)
15. Progetto Esecutivo – Profilo geotecnico tratta all'aperto da pk 16+625 a pk 18+713 (IF2801EZZF6OC0001005A)
16. Progetto Esecutivo – Relazione Sismica tratta all'aperto da pk 16+625 a pk 18+713 (IF2801EZZRBOC0001012A)

### 2.2 NORMATIVA E STANDARD DI RIFERIMENTO

17. Decreto Ministeriale del 14/01/2008: “Approvazione delle Nuove Norma Tecniche per le Costruzioni”, G.U. n.29 del 04/02/2008, Supplemento Ordinario n.30.
18. Circolare 01/02/2009, n.617 – Istruzione per l'applicazione delle “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni” di cui al D.M. 14/01/2008.
19. DM 06/05/2008 – “Integrazione al DM 14/01/2008 di approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”.
20. RFI DTC SI MA IFS 001 A – “Manuale di progettazione delle opere civili”

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RB</td> <td style="text-align: center;">RI0000 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">5 di 60</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ RB	RI0000 001	B	5 di 60
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ RB	RI0000 001	B	5 di 60													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati</b>																		

21. RFI DTC SI SP IFS 001 A – “Capitolato generale tecnico d’appalto delle opere civili”
22. UNI EN 1997-1: Eurocodice 7 – Progettazione Geotecnica – Parte 1: Regole generali.
23. UNI EN 1998-5: Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

### 2.3 SOFTWARE

24. Slide 7.038 (Rocscience)
25. Settle 3D 4.0 (Rocscience)

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RB</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI0000 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>6 di 60</b>

## 3 MATERIALI

### 3.1 PARALINK

Le geogriglie Paralink sono strutture piane realizzate da un sistema monoassiale di nastri.

I nastri risultano costituiti da un nucleo di filamenti in poliestere ad alta tenacità, perfettamente allineati ed inguainati in un rivestimento protettivo in polietilene. L'allineamento dei nastri viene quindi realizzato collegandoli tra di loro mediante delle strisce in polietilene, aventi esclusivamente una funzione di assemblaggio e non caratterizzati da alcuna specifica resistenza meccanica nella direzione trasversale. Le geogriglie sono marcate CE con funzione di rinforzo e certificate BBA in quanto adatte alla progettazione secondo BS 8006.

Alla base dei rilevati RI04 e RI05 vengono utilizzate geogriglie Paralink 200, le cui proprietà meccaniche e fisiche sono riportate nella tabella seguente.

PARALINK		200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1600
<b>Proprietà meccaniche</b>														
UTS - Resistenza a trazione longitudinale *	kN/m	206	309	412	515	612	721	826	927	1038	1133	1236	1339	1648
Tolleranza *		-5	-8	-10	-13	-9	-17	-22	-22	-25	-27	-30	-32	-40
Resistenza a trazione su singolo nastro longitudinale (valore nominale)	kN	36	54	72	90	108	126	120	112.5	126	110	120	130	160
Deformazione a rottura - longitudinale *	%	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	9.5
<b>Proprietà fisiche</b>														
Polimero della componente strutturale dei nastri		PET	PET	PET	PET	PET	PET							
Polimero del rivestimento protettivo		PE	PE	PE	PE	PE	PE							
Spessore singolo nastro	mm	1.4	1.8	2.4	3.0	3.8	4.2	3.8	3.8	4.2	3.8	3.8	4.3	4.5
Larghezza dei nastri longitudinali	mm	85	88	90	90	90	91	91	91	91	91	91	91	91
Dimensione della maglia	cm	100x18	100x18	100x18	100x18	100x18	100x18	100x15	100x12.5	100x12.5	100x10	100x10	100x10	100x10
Lunghezza del rotolo	m	200	200	150	130	100	50	50	50	50	50	50	50	50
Ampiezza del rotolo	m	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
Daimetro del rotolo (valore nominale)	m	0.70	0.70	0.75	0.75	0.70	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.52	0.55
Peso del rotolo (valore nominale)	kg	590	770	750	780	750	480	550	600	660	710	790	860	980

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati</b>	<b>COMMESSA</b> IF28	<b>LOTTO</b> 01	<b>CODIFICA</b> E ZZ RB	<b>DOCUMENTO</b> RI0000 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 7 di 60

## 4 CODICI DI CALCOLO E METODOLOGIA DI VERIFICA

### 4.1 VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE: SLIDE

Le verifiche di stabilità globale dei rilevati sono state condotte con il codice calcolo Slide (ver. 7.038).

Slide è un software bidimensionale per l'analisi di stabilità globale di pendii, rilevati e fronti di scavo. Viene calcolato il fattore di sicurezza allo scorrimento di superfici di scivolamento circolari e non in pendii di terreno o roccia. I carichi esterni, la superficie piezometrica e i diversi tipi di supporto possono essere modellati in vari modi.

Slide analizza la stabilità delle superfici di scorrimento utilizzando i metodi all'equilibrio limite con concetti verticali e non (Bishop, Janbu, Spencer, Sarma, Morgenstern-Price, ..). Possono essere ricercate specifiche superfici di scorrimento oppure è possibile localizzare la superficie di scivolamento critica per un dato pendio.

Nel caso in esame è stato utilizzato il metodo di Bishop le superfici di scorrimento sono state calcolate in modo automatico dal software imponendo i punti di ingresso ed uscita delle curve. In questo modo è stato possibile scartare a priori quelle superfici più superficiali che non coinvolgono la sede ferroviaria.

A tal proposito si sottolinea che, nei calcoli, a favore di sicurezza, non è stato preso in conto in alcun modo l'effetto che la finitura a verde delle scarpate darà necessariamente, in termini di coesione efficace, allo strato più superficiale delle scarpate.

Il software determina la superficie di scorrimento critica caratterizzata dal valore minimo del coefficiente di sicurezza, definito come il rapporto tra la resistenza di progetto del sistema  $R_d$  (momenti stabilizzanti) e l'azione di progetto  $E_d$  (momenti ribaltanti).

Le verifiche sono soddisfatte se il coefficiente di sicurezza  $F_s$  è maggiore di  $\gamma_R = 1.1$  (Tab. 6.8.I delle NTC 2008).

La versione del software adottata per le verifiche condotte nel presente documento è Slide 7.038 – Rocscience.

Le verifiche sono condotte sia in campo statico che in campo sismico (adottando il metodo pseudo-statico) e costituiscono le verifiche SLU richieste dalla Normativa per le opere in terreni sciolti.

### 4.2 ANALISI DEI CEDIMENTI: SETTLE 3D

La stima dei cedimenti è stata condotta il software Settle3D della Rocscience, che valuta gli incrementi di tensione indotti all'interno di ciascuno strato dal carico applicato in superficie secondo la teoria di Boussinesq.

Il codice di calcolo permette di valutare i cedimenti di consolidazione nel tempo indotti dal sovraccarico del rilevato. Settle 3D è stato utilizzato nel presente documento per condurre le analisi di spostamento in campo statico costituenti le verifiche SLE richieste dalla Normativa per le opere in terreni sciolti.

### 4.3 VERIFICHE DI PORTANZA

Partendo dalle tensioni efficaci verticali che il rilevato scarica sul terreno, mediante il calcolo del carico limite mediante la formula trinomia di Terzaghi, è stata condotta una verifica di portanza, confrontando la pressione indotta dal rilevato ferroviario con il carico limite  $q_{lim}$  del terreno.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO RI0000 001	REV. B	FOGLIO 8 di 60

## 5 CRITERI DI VERIFICA

Le verifiche di sicurezza relative agli stati limite ultimi (SLU) e le analisi relative alle condizioni di esercizio (SLE) sono state effettuate nel rispetto dei criteri delle NTC2008.

In generale, le analisi degli stati limite di esercizio (SLE) sono utilizzate per ottenere informazioni circa i cedimenti attesi dei rilevati e il loro decorso nel tempo.

Le analisi agli stati limite ultimi (SLU) sono impiegate per le verifiche di stabilità globale dei rilevati.

### 5.1 VERIFICHE NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU)

Per ogni stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove  $E_d$  è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione, ovvero:

$$E_d = E \left( \gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right)$$

$$E_d = \gamma_E E \left( F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right)$$

con  $\gamma_E = \gamma_F$ , e dove  $R_d$  è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico:

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} R \left( \gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right),$$

Effetto delle azioni e resistenza sono espresse in funzione delle azioni di progetto  $\gamma_F F_k$ , dei parametri di progetto  $X_k/\gamma_M$  e della geometria di progetto  $a_d$ .

L'effetto delle azioni può anche essere valutato direttamente come  $E_d = \gamma_E E_k$ . Nella formulazione delle resistenze  $R_d$ , compare esplicitamente un coefficiente  $\gamma_R$  che opera direttamente sulle resistenze del sistema.

Le verifiche di stabilità globale vengono svolte secondo l'Approccio 1 Combinazione 2: A2+M2+R2.

I coefficienti di sicurezza parziali sono riportati nelle tabelle 5.2.V, 6.2.II e 6.8.I delle NTC 2008.

**Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_\phi$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_c$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma_r$	1,0	1,0

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ RB</b>	DOCUMENTO <b>RI0000 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>9 di 60</b>

**Tabella 5.2.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU, eccezionali e sismica**

		Coefficiente	EQU <sup>(1)</sup>	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti non strutturali <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast <sup>(3)</sup>	favorevoli	$\gamma_B$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Carichi variabili da traffico <sup>(4)</sup>	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 <sup>(5)</sup>	0,20 <sup>(5)</sup>
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	$\gamma_P$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 <sup>(6)</sup>	1,00 <sup>(7)</sup>	1,00	1,00	1,00

<sup>(1)</sup> Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.  
<sup>(2)</sup> Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.  
<sup>(3)</sup> Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.  
<sup>(4)</sup> Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.  
<sup>(5)</sup> Aliquota di carico da traffico da considerare.  
<sup>(6)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna  
<sup>(7)</sup> 1,20 per effetti locali

**Tabella 6.8.I – Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo.**

Coefficiente	R2
$\gamma_R$	1.1

## 5.2 VERIFICHE AGLI SLE

Per ciascun stato limite di esercizio deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq C_d,$$

dove  $E_d$  è il valore di progetto dell'effetto delle azioni e  $C_d$  è il prescritto valore limite dell'effetto delle azioni. La verifica deve essere effettuata impiegando i valori caratteristici delle azioni e dei parametri geotecnici dei materiali.

Si fa riferimento inoltre a quanto riportato nel Manuale di progettazione RFI, Parte 2, Sez.III, paragrafo 3.8.1.3.4.2, in base al quale "In base alle caratteristiche dei terreni di fondazione dei rilevati, in fase di progettazione va definito il programma di costruzione dei rilevati stessi in modo che gli assestamenti residui, a far data dal completamento del piano di posa del ballast (compreso l'eventuale strato di sub ballast), siano non superiori al 10% dei cedimenti teorici totale e siano comunque inferiori a 5 cm".

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati</b>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO RI0000 001	REV. B	FOGLIO 10 di 60

## 6 AZIONE SISMICA DI PROGETTO

La definizione dell'azione sismica di progetto per le opere afferenti il tracciato è stata condotta secondo quanto disposto dalle Norme Tecniche in vigore assunte alla base della progettazione in oggetto (DM 14 gennaio 2008. Norme tecniche per le costruzioni. Gazzetta Ufficiale n. 29 del 04.02.2008 – Supplemento Ordinario n. 159).

In particolare, l'azione sismica è stata definita a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione, a sua volta espressa in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su suolo rigido, con superficie topografica orizzontale.

La definizione dell'azione sismica comprende la determinazione delle ordinate dello spettro di risposta elastica in accelerazione  $S_e(T)$  facendo riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR, nel periodo di riferimento VR per la vita utile della struttura.

In particolare si sono considerati una vita nominale dell'opera VN pari a 75 anni ed un coefficiente d'uso pari a 1.5. Pertanto la vita di riferimento dell'opera VR risulta pari a 112.5 anni.

Data la probabilità di superamento nel periodo di riferimento considerato, funzione dello Stato Limite di verifica, la forma spettrale è definita a partire dai valori dei seguenti parametri relativi ad un sito di riferimento rigido e orizzontale:

- $a_g$  accelerazione orizzontale massima su sito rigido e superficie topografica orizzontale;
- $F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T_c^*$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

La determinazione della categoria di suolo (e topografica) è stata eseguita attraverso l'interpretazione delle indagini geotecniche e geofisiche condotte per il Progetto Preliminare e Definitivo: sulla base delle informazioni disponibili, ai fini della microzonazione, tutta il tracciato risulta sostanzialmente omogeneo dal punto di vista delle caratteristiche geodinamiche e caratterizzabile, ai fini normativi, come sito di **categoria C** ossia "Deposito di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_s,30$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < NSPT, 30 < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < cu, 30 < 250$  kPa nei terreni a grana fina)."

L'amplificazione dell'azione sismica viene determinata, secondo le NTC2008, attraverso l'impiego di un fattore di sito S funzione sia della categoria di sottosuolo ( $S_s$ ) sopra determinata, sia dell'andamento della superficie topografica ( $S_T$ ):

$$S = S_s \cdot S_T$$

Per la **categoria di sottosuolo C**, il coefficiente  $S_s$  si ottiene dall'espressione seguente (vedi Tabella 3.2.V del par. 3.2.3 delle NTC2008):

$$S_s = 1.00 \leq 1.70 - 0.60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1.50$$

Per quanto riguarda l'eventuale amplificazione topografica, considerato che il tracciato attraversa zone in parte pianeggianti, il fattore di amplificazione topografica è stato assunto pari a 1.0.

Si utilizza il valore massimo di  $a_g$  riscontrato nell'intera tratta, pari a 0.380 (riferito alle coordinate Long. 14.925582°, Lat. 41.138752°).

A partire dai valori sopra riportati risulta:

$$a_{max} [g] = S \cdot a_g [g] = 0.380 \times 1.176 \times 1.0 = 0.447.$$

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati</b>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO RI0000 001	REV. B	FOGLIO 11 di 60

## 6.1 COEFFICIENTI SISMICI PER LE VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE

Come definito in normativa, a meno di specifiche analisi dinamiche, è possibile svolgere le verifiche di sicurezza mediante analisi pseudostatiche o analisi agli spostamenti.

Sulla base di quanto definito al Par.7.11.3.5.2 delle NTC 2008, in mancanza di studi specifici le forze orizzontali e verticali dovute al sisma vengono espresse come  $F_h = W \cdot k_h$  e  $F_v = W \cdot k_v$ , dove  $W$  è il peso del concio di terreno e  $k_h$  e  $k_v$  sono i coefficienti sismici orizzontale e verticale, definiti come segue:

$$k_h = \beta_s \times \frac{a_{max}}{g} \qquad k_v = \pm 0.5 \times k_h$$

Il coefficiente di riduzione della accelerazione massima attesa al sito  $\beta_s$  viene determinato con riferimento alle tabella 7.11.I delle NTC 2008.

Per la **categoria di sottosuolo C** il coefficiente  $\beta_s$  da assumere è pari a 0.28 essendo il parametro  $a_g$  [g] tale che  $0.2 < a_g$  (g) = 0.380 < 0.4.

*Tabella 7.11.I – Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.*

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	$\beta_s$	$\beta_s$
$0.2 < a_g(g) \leq 0.4$	0,30	0,28
$0.1 < a_g(g) \leq 0.2$	0,27	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,20

Con riferimento allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita, in accordo alle espressioni di cui sopra, si ottengono i seguenti coefficienti per la verifica di stabilità globale:

$$k_h = 0.125$$

$$k_v = \pm 0.063$$

## 7 CARATTERISTICHE DEL CORPO FERROVIARIO

### 7.1 DESCRIZIONE DEI TRATTI IN RILEVATO

Per quanto riguarda la geometria dei rilevati, si è fatto riferimento agli elaborati di progetto ad essi relativi ed in particolare alle sezioni trasversali, tipologiche e correnti.

In particolare i rilevati sono previsti con pendenza 3H:2V, con banche di altezza massima pari a circa 6 m, intervallate da berme di larghezza pari a circa 2 m. Al di sotto del rilevato è stato previsto uno scotico e bonifico per uno spessore pari a 0.5 m. Per le scarpate è stata ipotizzata una finitura a verde.

Il rilevato è finito in sommità con la realizzazione di uno strato di super compattato di spessore pari a 30 cm, al di sopra del quale verrà realizzato uno strato di sub-ballast di spessore pari a 12 cm. Una volta così completato il corpo del rilevato si posizioneranno ballast, traversine ed armamento ferroviario.

### 7.2 MATERIALI

Il materiale costituente il corpo del rilevato ferroviario è caratterizzato da un peso specifico pari a 20 kN/m<sup>3</sup>, un angolo di attrito caratteristico  $\phi'$  pari a 38° e coesione efficace nulla.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RB</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI0000 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>12 di 60</b>

Lo strato di bonifico è caratterizzato da un peso specifico pari a  $19 \text{ kN/m}^3$ , un angolo di attrito caratteristico  $\phi'k$  pari a  $38^\circ$  e coesione efficace nulla; per le analisi dei cedimenti è stato utilizzato un modulo di Young operativo  $E_{op} = 15 \text{ MPa}$ .

Il materiale costituente il corpo del rilevato stradale è caratterizzato da un peso specifico pari a  $19 \text{ kN/m}^3$ , un angolo di attrito caratteristico  $\phi'k$  pari a  $35^\circ$  e coesione efficace nulla.

### 7.3 CARICHI DI PROGETTO

I carichi di progetto considerati nelle analisi oggetto del presente documento sono i seguenti:

- Carico rappresentativo del pacchetto di armamento ferroviario (ballast, traversine, rotaie).
- Sovraccarico rappresentativo del traffico ferroviario.
- Carico da azione sismica.
- RI03 e RI04: sovraccarico marciapiede; NV03: sovraccarico da traffico stradale.

L'armamento ferroviario è stato schematizzato per mezzo di una pressione uniformemente distribuita pari a  $14,4 \text{ kPa}$ , rappresentativo di uno strato di spessore pari a  $0,80 \text{ m}$  con un peso pari a  $18 \text{ kN/m}^3$ .

Il sovraccarico da traffico ferroviario è stato valutato in accordo a quanto riportato nel tab. 5.2.1 delle NTC 2008 per quanto riguarda il traffico pesante (modello di carico SW02). La pressione equivalente è stata definita secondo le seguenti considerazioni:

- il carico dato dal treno SW02 risulta essere pari a  $150 \text{ kN/m}$ ;
- per riportare il carico ferroviario dalla traversina, di larghezza pari a  $2,6 \text{ m}$ , al piano al di sotto dell'armamento si è considerata una diffusione con pendenza  $1:4$  su  $56 \text{ cm}$  di massiccata. Pertanto la pressione equivalente è stata valutata come applicata su una fascia di larghezza pari a  $2,88 \text{ m}$ , centrata in corrispondenza dell'asse della linea ferroviaria. In caso di doppio binario si sono considerate due fasce di larghezza pari a  $2,9 \text{ m}$  in corrispondenza delle due vie di corsa. La pressione considerata è stata assunta pertanto pari a  $52,08 \text{ kPa}$ .

Per la definizione dell'azione sismica di progetto si rimanda al paragrafo 0 del presente documento.

Per le verifiche del rilevato ferroviario RI03 e RI04 è stato inoltre considerato il peso proprio dello scatolare del marciapiede ( $q = 23,7 \text{ kPa}$ ). Per il rilevato della NV03 viene considerato un sovraccarico dovuto al traffico stradale pari a  $20 \text{ kPa}$ .

Tali carichi e sovraccarichi sono stati inseriti nelle diverse verifiche agli SLU (statiche e sismiche) applicando laddove necessario gli opportuni coefficienti parziali di amplificazione come previsti dalla Normativa vigente.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO RI0000 001	REV. B	FOGLIO 13 di 60

## 8 DATI GEOTECNICI CALCOLO

### 8.1 RI01

Nelle tabelle seguenti si riporta la stratigrafia di riferimento e la profondità della falda di progetto per il rilevato RI01 dedotte da quelli del progetto definitivo (doc. Rif. 1), unitamente ai risultati delle indagini integrative.

**Tabella 1 – RI01: stratigrafia e falda di riferimento**

Stratigrafia			Falda	
Quota base strato [m s.l.m.]	Spessore strato [m]	Unità di riferimento	Quota [m s.l.m.]	Profondità da p.c. [m]
var.	8.0	ALL1_A	var.	3.0
var.	>30.0	ANZ2a		

**Tabella 2 – RI01: parametri geotecnici caratteristici**

	ALL1_A	ANZ2a	
$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	<u>19.0</u>	21.5	
w [%]	<u>29</u>	15	
LL [%]	42	45	
$q_u/2$ [kPa]	-	-	
$c_u$ [kPa]	<u>70</u>	$z \leq 25m$	250
		$z > 25m$	<u>400</u>
$\phi^*$ [°]	22	21	
$c^*$ [kPa]	3	15	
$E_u/C_u$	559	$z \leq 25m$	328
		$z > 25m$	485
$E_0$ [MPa]	130	$z \leq 25m$	455
		$z > 25m$	<u>725</u>
$E_{op,1} (*)$ [MPa]	26	$z \leq 25m$	91
		$z > 25m$	<u>145</u>
$E_{op,2} (**)$ [MPa]	13	$z \leq 25m$	45.5
		$z > 25m$	<u>72.5</u>
$c_r$ [-]	$1.2 \cdot 10^{-2}$	$8.0 \cdot 10^{-9}$	
$c_c$ [-]	$1.0 \cdot 10^{-1}$	$5.5 \cdot 10^{-2}$	
$c_{ae}$	$3.3 \cdot 10^{-3}$	$2.3 \cdot 10^{-3}$	
$c_v$ [m <sup>2</sup> /s]	$2.0 \cdot 10^{-5}$	$1.7 \cdot 10^{-5}$	
$e_0$ [-]	0.82	0.45	
OCR [-]	<u>2</u>	$z \leq 25m$	<u>5</u>
		$z > 25m$	<u>3</u>
$v^*$ [-]	0.3	0.3	
k [m/s]	$1.0 \cdot 10^{-6}$	<u><math>3.0 \cdot 10^{-8}</math></u>	
In mancanza di dati specifici sulla sottotratta si assumono i <u>valori sottolineati</u> pari alla media di tratta.			

La stratigrafia è caratterizzata da uno strato superficiale di depositi alluvionali costituiti da argille e argille limose (ALL1\_A) che ricoprono le Molasse di Anzano, substrato costituito da argille siltose grigie sovraconsolidate (ANZ2a).

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO RI0000 001	REV. B	FOGLIO 14 di 60

## 8.2 RI03

Nelle tabelle seguenti si riporta la stratigrafia di riferimento e la profondità della falda di progetto per il rilevato RI03 dedotte da quelli del progetto definitivo (doc. Rif. 1), unitamente ai risultati delle indagini integrative.

**Tabella 3 – RI03: stratigrafia e falda di riferimento**

Stratigrafia			Falda	
Quota base strato [m s.l.m.]	Spessore strato [m]	Unità di riferimento	Quota [m s.l.m.]	Profondità da p.c. [m]
var.	7.6	ALL1_A	var.	4.0
var.	>30.0	ANZ2a		

**Tabella 4 – RI03: parametri geotecnici caratteristici**

	ALL1_A	ANZ2a	
$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	19.0	20.5	
w [%]	29	15	
LL [%]	<u>38</u>	50	
$q_u/2$ [kPa]	-	-	
$c_u$ [kPa]	<u>70</u>	400	
$\phi'$ [°]	<u>23</u>	20	
$c'$ [kPa]	<u>3</u>	15	
$E_u/C_u$	559	$z \leq 25m$	328
		$z > 25m$	485
$E_0$ [MPa]	<u>160</u>	$z \leq 25m$	455
		$z > 25m$	<u>725</u>
$E_{op,1}$ (*) [MPa]	<u>32</u>	$z \leq 25m$	91
		$z > 25m$	<u>145</u>
$E_{op,2}$ (***) [MPa]	<u>16.0</u>	$z \leq 25m$	45.5
		$z > 25m$	<u>72.5</u>
$c_r$ [-]	$5.0 \cdot 10^{-3}$	$8.0 \cdot 10^{-3}$	
$c_c$ [-]	$3.8 \cdot 10^{-2}$	$8.5 \cdot 10^{-2}$	
$c_{ae}$	$3.4 \cdot 10^{-3}$	$2.2 \cdot 10^{-3}$	
$c_v$ [m <sup>2</sup> /s]	$2.5 \cdot 10^{-5}$	$1.3 \cdot 10^{-5}$	
$e_0$ [-]	0.8	0.5	
OCR [-]	<u>2</u>	$z \leq 25m$	<u>5</u>
		$z > 25m$	<u>3</u>
$\nu'$ [-]	0.3	0.3	
k [m/s]	$2.0 \cdot 10^{-7}$	$1.0 \cdot 10^{-8}$	
In mancanza di dati specifici sulla sottotratta si assumono i valori sottolineati pari alla media di tratta.			

La stratigrafia è caratterizzata da uno strato superficiale di depositi alluvionali costituiti da argille e argille limose (ALL1\_A) che ricoprono le Molasse di Anzano, substrato costituito da argille siltose grigie sovraconsolidate (ANZ2a).

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO RI0000 001	REV. B	FOGLIO 15 di 60

### 8.3 RI04

Nelle tabelle seguenti si riporta la stratigrafia di riferimento e la profondità della falda di progetto per il rilevato RI04 dedotte da quelli del progetto definitivo (doc. Rif.3), unitamente ai risultati delle indagini integrative.

**Tabella 5 – RI04: stratigrafia e falda di riferimento**

Stratigrafia			Falda	
Quota base strato [m s.l.m.]	Spessore strato [m]	Unità di riferimento	Quota [m s.l.m.]	Profondità da p.c. [m]
var.	5.0	Coltre	var.	0.00
var.	>30.0	BNA2		

**Tabella 6 – RI04: parametri geotecnici caratteristici**

	Coltre	BNA2
$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	20	22
w [%]	20	13
LL [%]	55	60
$q_u/2$ [kPa]	-	z>30m 2500 z≤15m 300
$c_u$ [kPa]	25(***)	z≤30m 400 z>30m 2500
$\phi'$ [°]	21	24
$c'$ [kPa]	0	20
$E_u/C_u$	605	485
$E_0$ [MPa]	45(***)	z≤15m 395 z>15m 725
$E_{op,1}$ (*) [MPa]	9(***)	z≤15m 79 z>15m 145
$E_{op,2}$ (**) [MPa]	4.5(***)	z≤15m 39.5 z>15m 72.5
$c_r$ [-]	$1.5 \cdot 10^{-2}$	$1.0 \cdot 10^{-2}$
$c_c$ [-]	$1.4 \cdot 10^{-1}$	$6.0 \cdot 10^{-2}$
$c_{\alpha\epsilon}$	$2.6 \cdot 10^{-3}$	$2.0 \cdot 10^{-3}$
$c_v$ [m <sup>2</sup> /s]	$1.0 \cdot 10^{-5}$	$8.3 \cdot 10^{-6}$
$e_0$ [-]	0.65	0.45
OCR [-]	1(***)	3
$v'$ [-]	0.3	0.3
$k$ [m/s]	No dati disponibili	$5.0 \cdot 10^{-9}$

(\*\*\*) Parametri valutati da prove DPSH dedicate  
In mancanza di dati specifici sulla sottotratta si assumono i valori sottolineati pari alla media di tratta.

La stratigrafia è caratterizzata da una coltre di frana superficiale costituita da argille limose che ricopre il substrato rappresentato dalla Formazione della Baronina costituito da argille siltose-marnose sovraconsolidate (BNA2).

Al fine di determinare la quota della base della coltre di frana si è fatto riferimento al profilo geotecnico (doc. rif.5) di cui si riporta un estratto in Figura 2. Il rilevato RI04 si sviluppa per 18 m al termine del viadotto VI03 (si veda sondaggio ENS2-2017).

Al fini del calcolo dei cedimenti è stato considerato uno spessore medio pari a 7 m per la coltre di frana; la base di questo strato si trova alla quota +228 m l.m.m..

La falda di progetto è superficiale.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati</b>					
<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RB</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI0000 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>16 di 60</b>	

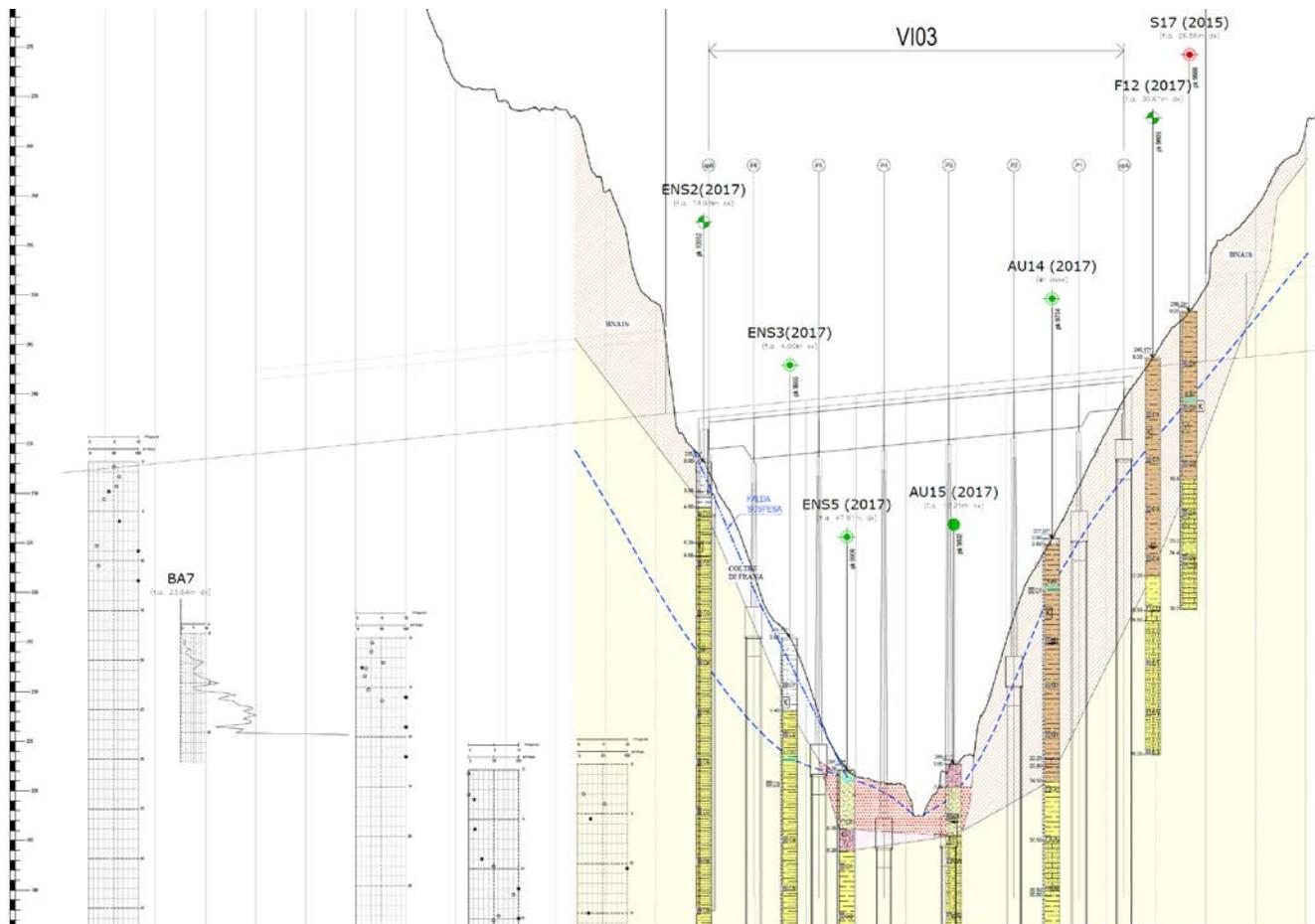


Figura 1: RI04: Estratto profilo geotecnico

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RB	DOCUMENTO RI0000 001	REV. B	FOGLIO 17 di 60

## 8.4 RI05

Nelle tabelle seguenti si riporta la stratigrafia di riferimento e la profondità della falda di progetto per il rilevato RI05 dedotte da quelli del progetto definitivo (doc. Rif.6), unitamente ai risultati delle indagini integrative.

**Tabella 7 – RI05: stratigrafia e falda di riferimento**

Stratigrafia			Falda	
Quota base strato [m s.l.m.]	Spessore strato [m]	Unità di riferimento	Quota [m s.l.m.]	Profondità da p.c. [m]
+148	var.	ALL2_S	+150	var.
var.	>30.0	BNA3		

**Tabella 8 – RI05: parametri geotecnici caratteristici**

	ALL2_S	BNA3	
$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	20.5	20.5	
w [%]	-	14	
LL [%]	-	50	
$\sigma_c$ [kPa]	-	-	
$c_u$ [kPa]	-	500	
$\phi'$ [°]	29	24	
$c^*$ [kPa]	0	20	
$E_u/C_u$	-	-	
$E_0$ [MPa]	245	$z \leq 20m$	455
		$z > 20m$	805
$E_{op,1}$ (*) [MPa]	49	$z \leq 20m$	91
		$z > 20m$	161
$E_{op,2}$ (***) [MPa]	24.5	$z \leq 20m$	45.5
		$z > 20m$	80.5
$c_r$ [-]	-	-	
$c_c$ [-]	-	-	
$c_{\alpha z}$	-	-	
$c_v$ [m <sup>2</sup> /s]	-	-	
$e_0$ [-]	0.5	0.42	
OCR [-]	-	$z \leq 20m$	10
		$z > 20m$	5
$v'$ [-]	0.3	0.3	
$k$ [m/s]	$1.18 \cdot 10^{-7}$	$1.0 \cdot 10^{-6}$	
In mancanza di dati specifici sulla sottotratta si assumono i <u>valori sottolineati</u> pari alla media di tratta.			

L'unità ALL2\_S è costituita da sabbia e sabbia limosa, mentre l'unità BNA3 rappresenta la Formazione della Baronina costituita da sabbie quarzose-feldspatiche con interstrati marnoso-argillosi.

Al fine di determinare lo spessore del primo strato (unità ALL2\_S) e la quota della falda si è fatto riferimento al profilo geotecnico (doc. rif. 8) di cui si riporta un estratto in Figura 2. La tratta interessata dal rilevato RI03 è compresa tra i sondaggi S27 e AU13.

Al fini del calcolo dei cedimenti è stato considerato uno spessore medio pari a 5 m per l'unità ALL2\_S; la falda di progetto viene assunta alla quota +150 m l.m.m., a circa 3 m di profondità dal piano campagna.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.	<b>COMMESSA</b> IF28	<b>LOTTO</b> 01	<b>CODIFICA</b> E ZZ RB	<b>DOCUMENTO</b> RI0000 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 18 di 60
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati</b>						

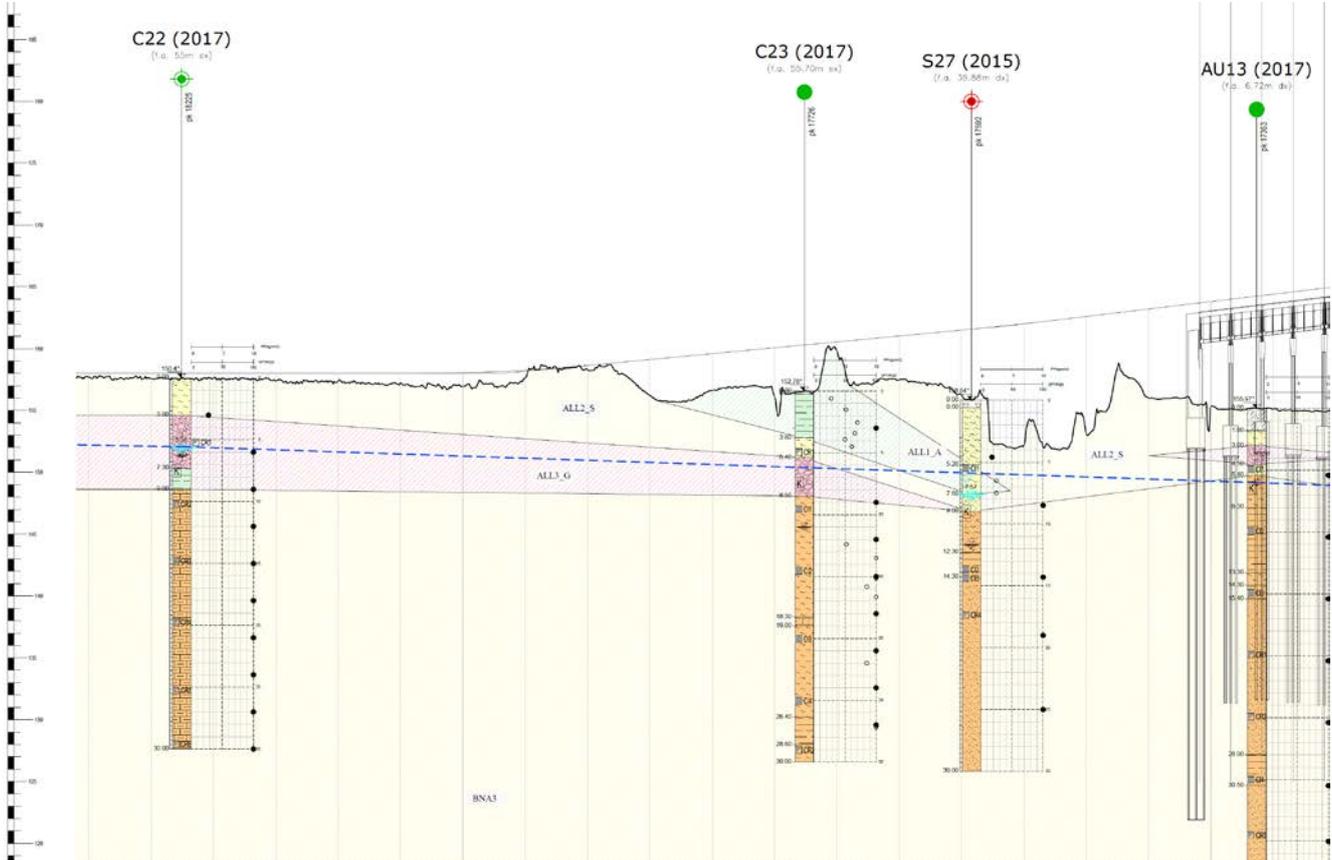


Figura 2: RI05: Estratto profilo geotecnico





<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.	
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati</b>	<b>COMMESSA</b> <b>LOTTO</b> <b>CODIFICA</b> <b>DOCUMENTO</b> <b>REV.</b> <b>FOGLIO</b> <b>IF28</b> <b>01</b> <b>E ZZ RB</b> <b>RI0000 001</b> <b>B</b> <b>21 di 60</b>

### 9.3 RI04

Il rilevato RI04 si sviluppa tra le pk 10+062 e 10+080. Il rilevato ferroviario ha un'altezza massima di circa 4.4 m (dal piano del ferro al piano campagna). Alla base del rilevato viene utilizzata una doppia geogriglia Paralink 200 al fine di garantire il soddisfacimento delle verifiche di stabilità globale.

Si riporta in seguito la sezione di calcolo utilizzata per le verifiche di stabilità globale e l'analisi dei cedimenti, relativa alla pk 10+062.

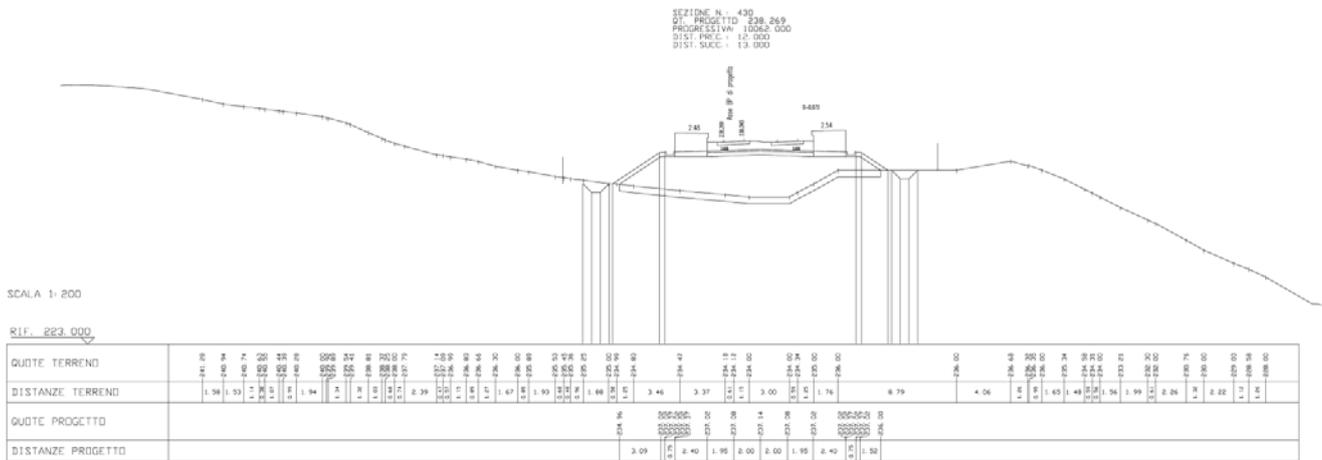


Figura 6: RI04: sezione di calcolo

### 9.4 RI05

Il rilevato RI05 si sviluppa tra le pk 17+428 e 17+564. Il rilevato ferroviario ha un'altezza massima di circa 10 m (dal piano del ferro al piano campagna). Alla base del rilevato viene utilizzata una geogriglia Paralink 200 al fine di garantire il soddisfacimento delle verifiche di stabilità globale.

Si riporta in seguito la sezione di calcolo utilizzata per le verifiche di stabilità globale e l'analisi dei cedimenti, relativa alla pk 17+525.

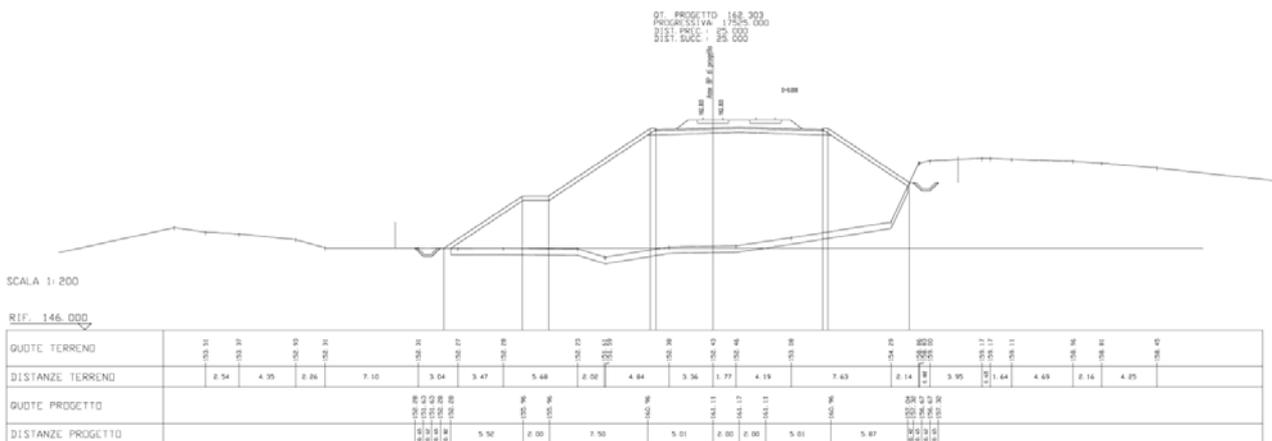


Figura 7: RI05: sezione di calcolo

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RB</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI0000 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>22 di 60</b>

## 10 VERIFICHE SLU - STABILITA' GLOBALE

### 10.1 CRITERI DI VERIFICA

L'analisi di stabilità globale è finalizzata all'individuazione delle superfici di rottura tali da intercettare il carico ferroviario. Tra esse, è definita critica quella a cui corrisponde il fattore di sicurezza FS minimo.

Si sottolinea che nella ricerca delle superfici di rottura critiche sono state escluse tutte quelle superfici di spessore ridotto e che non interessano la sede ferroviaria.

Si riportano in seguito i risultati delle verifiche condotte in condizioni statiche e sismiche. In condizioni sismiche il traffico ferroviario è stato ridotto con un fattore  $\gamma_Q = 0.2$ .

### 10.2 RI01

Parametri terreno combinazione M2:

ALL1\_A:  $c_u = 70$  kPa,  $c_{uM2} = 50$  kPa;  $c' = 3$  kPa,  $c'_{M2} = 2.4$  kPa;  $\phi' = 22$  kPa,  $\phi'_{M2} = 17.9$  kPa

ANZ2a:  $c_u = 250$  kPa,  $c_{uM2} = 178$  kPa;  $c' = 15$  kPa,  $c'_{M2} = 12$  kPa;  $\phi' = 21$  kPa,  $\phi'_{M2} = 17.1$  kPa

Bonifico e rilevato ferroviario:  $\phi' = 38$  kPa,  $\phi'_{M2} = 32$  kPa

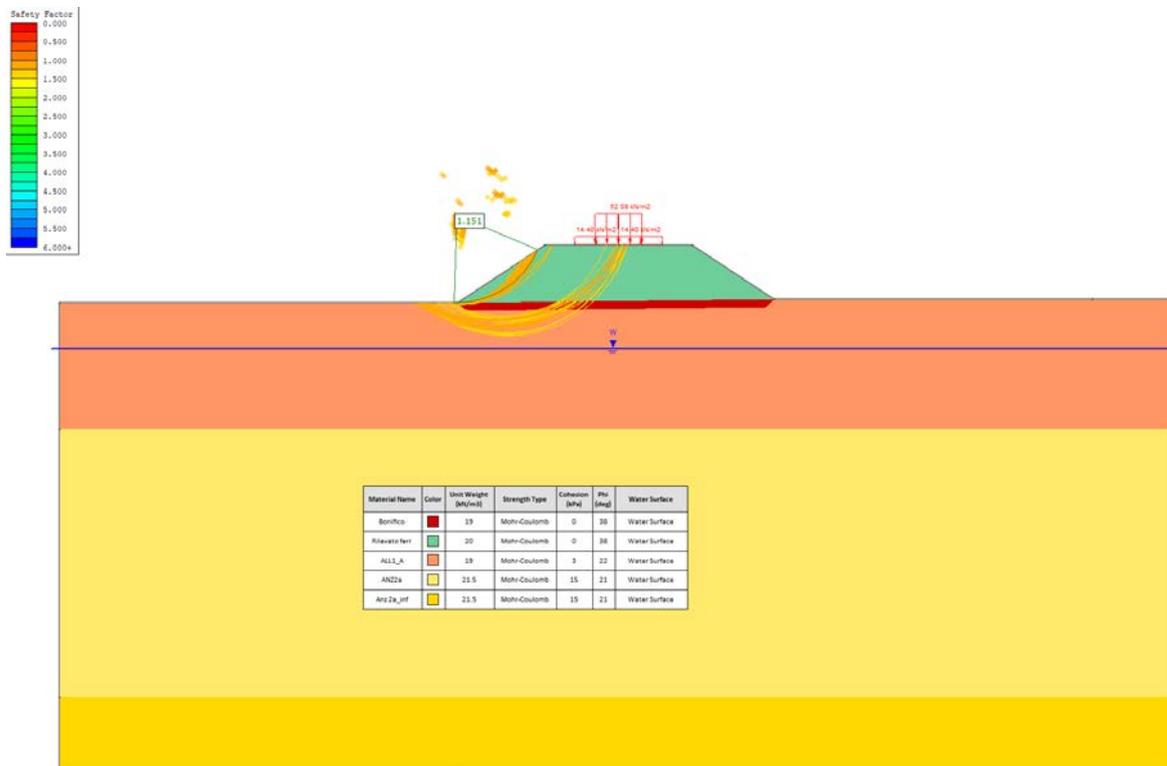


Figura 8 – RI01 - Condizione statica drenata -  $F_s = 1.151 > 1.1$

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ RB</b>	DOCUMENTO <b>RI0000 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>23 di 60</b>

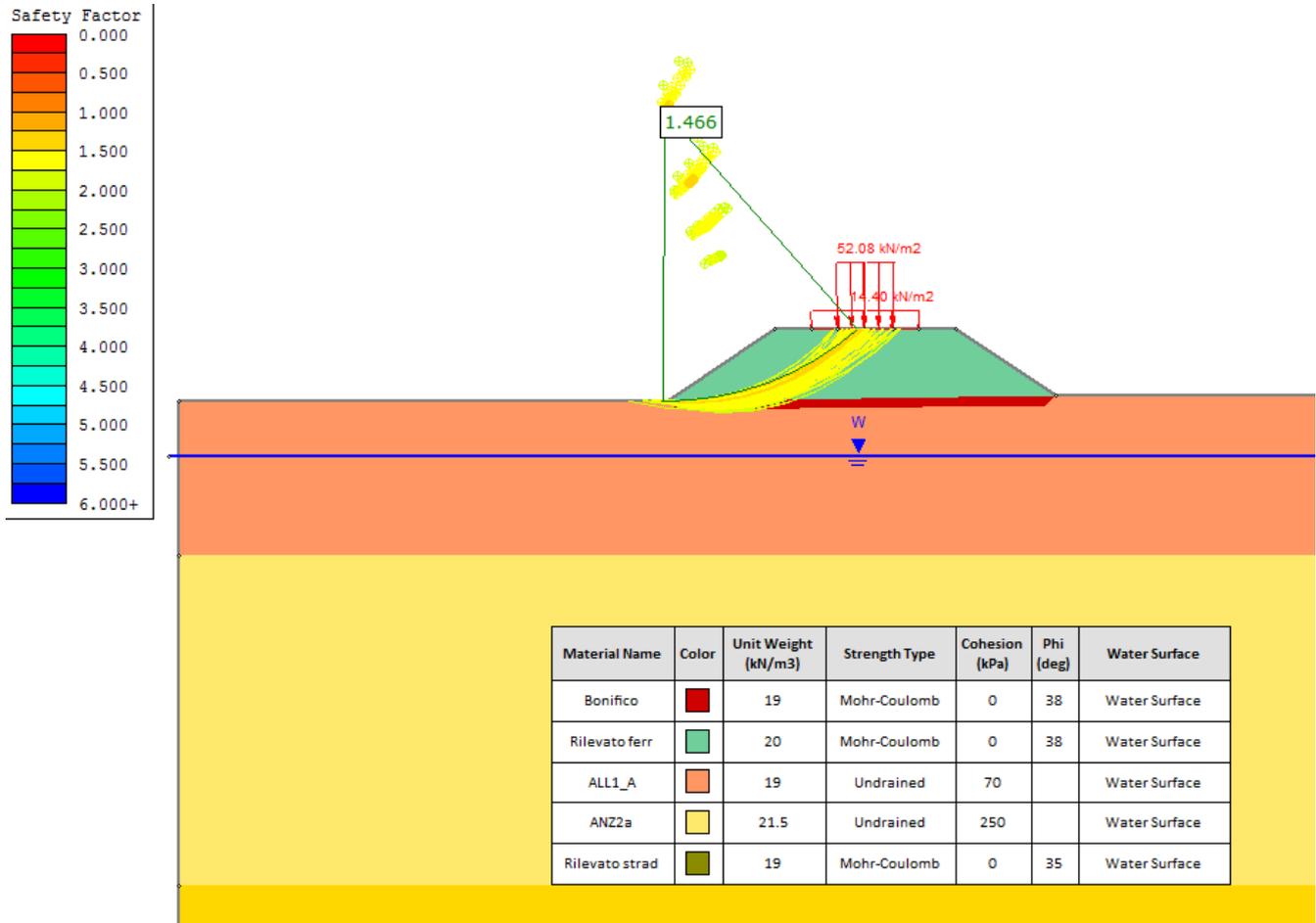


Figura 9 – RI01 - Condizione statica non drenata - Fs=1.466 >1.1

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RB</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI0000 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>24 di 60</b>
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati</b>						

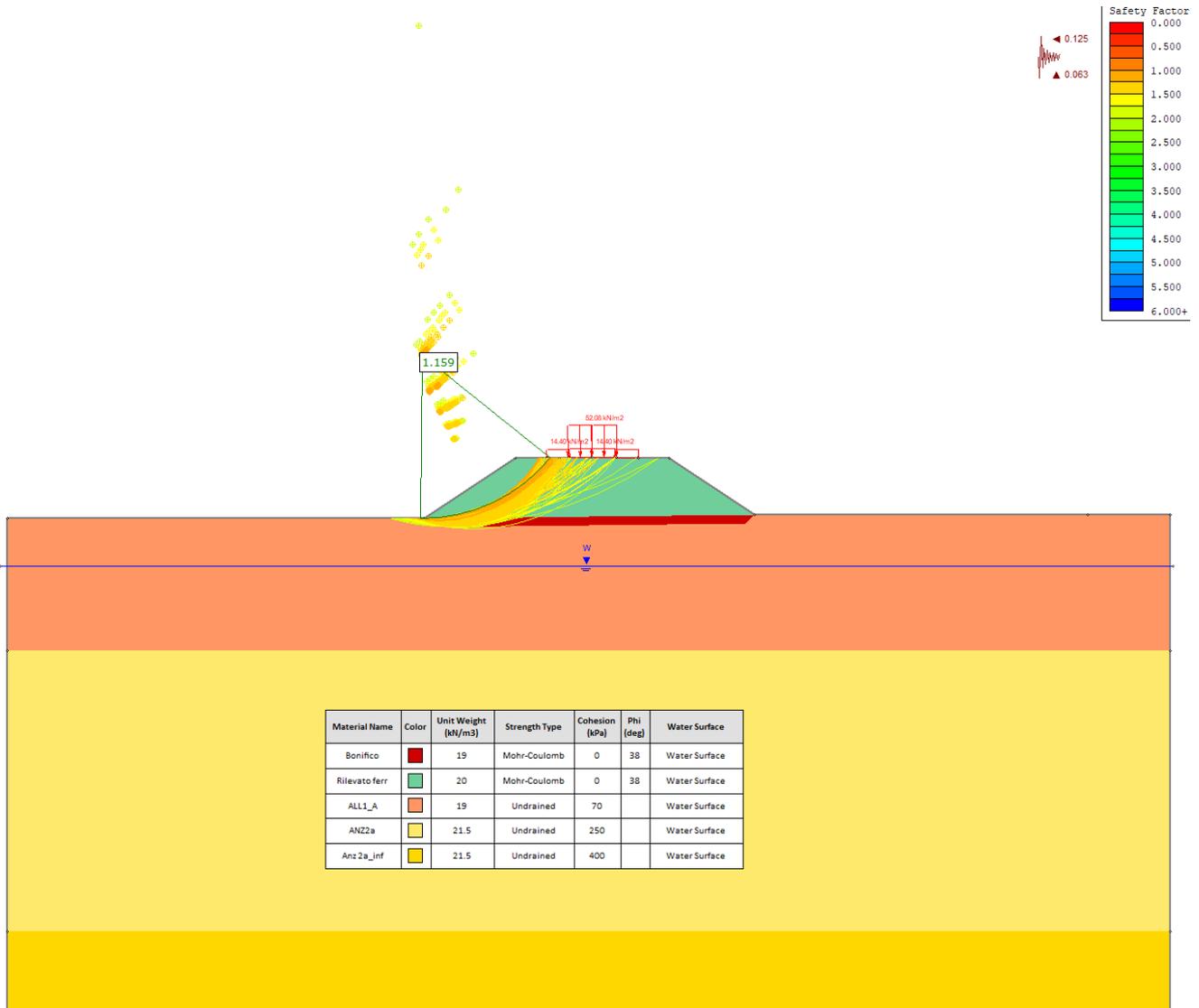


Figura 10 – RI01 - Condizione sismica non drenata -  $F_s=1.159 > 1.1$

$F_s$  è sempre maggiore di 1.1 per cui le verifiche di stabilità globale risultano soddisfatte.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RB</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI0000 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>25 di 60</b>

### 10.3 RI03

Parametri terreno combinazione M2:

*ALL1\_A*:  $c_u = 70$  kPa,  $c_{uM2} = 50$  kPa;  $c' = 3$  kPa,  $c'_{M2} = 2.4$  kPa;  $\phi' = 23$  kPa,  $\phi'_{M2} = 18.7$  kPa

*ANZ2a*:  $c_u = 400$  kPa,  $c_{uM2} = 285$  kPa;  $c' = 15$  kPa,  $c'_{M2} = 12$  kPa;  $\phi' = 20$  kPa,  $\phi'_{M2} = 16.2$  kPa

*Bonifico e rilevato ferroviario*:  $\phi' = 38$  kPa,  $\phi'_{M2} = 32$  kPa

*Rilevato stradale*:  $\phi' = 35$  kPa,  $\phi'_{M2} = 29.2$  kPa

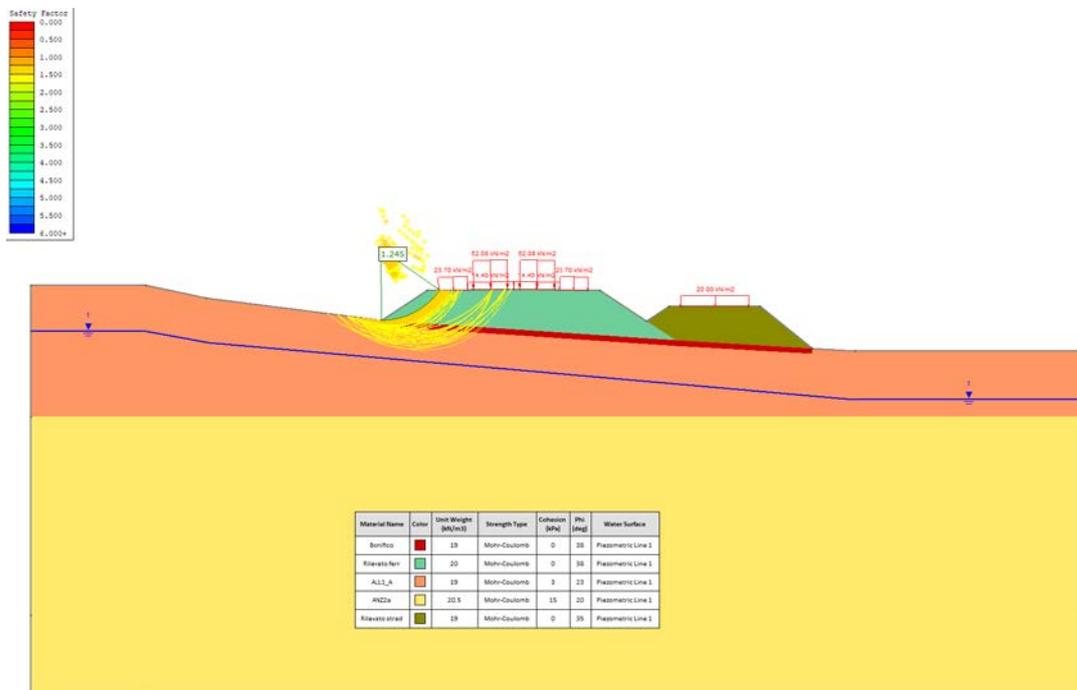


Figura 11 – RI03 - Condizione statica drenata -  $F_s=1.245 > 1.1$

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>COMMESSA</b> IF28	<b>LOTTO</b> 01	<b>CODIFICA</b> E ZZ RB	<b>DOCUMENTO</b> RI0000 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 26 di 60
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati						

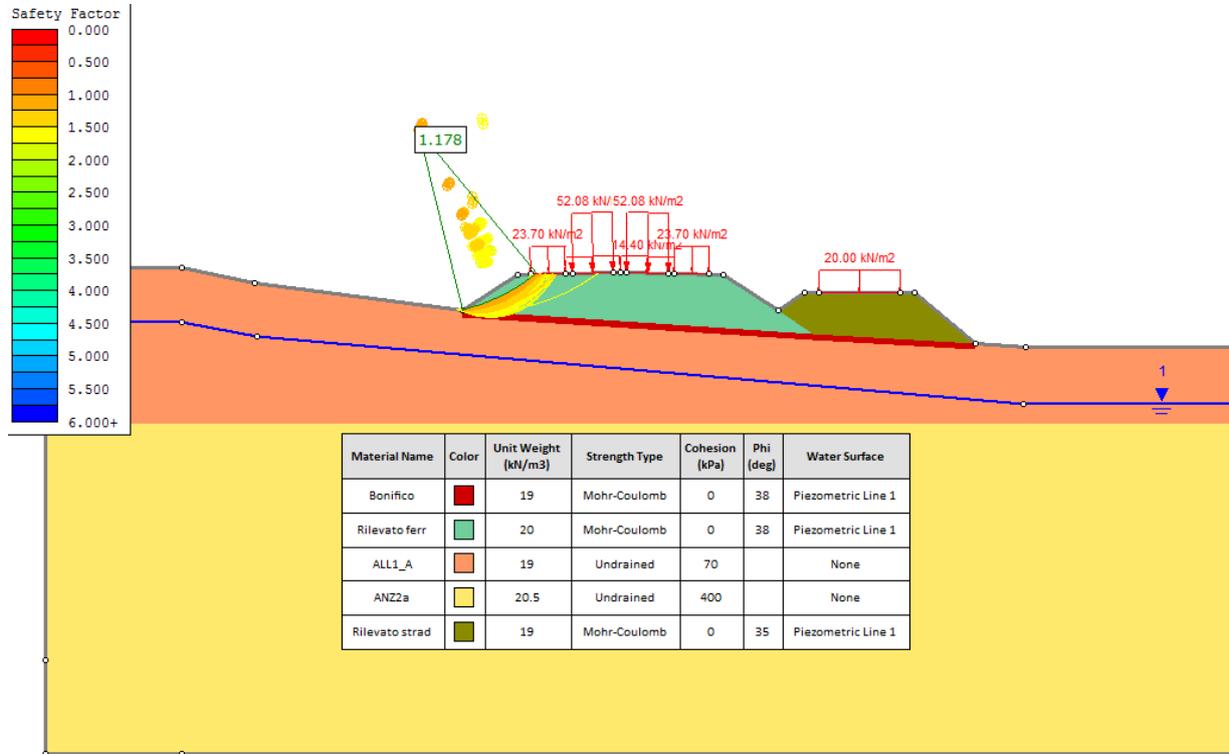


Figura 12 – RI03 - Condizione statica non drenata -  $F_s=1.178 > 1.1$

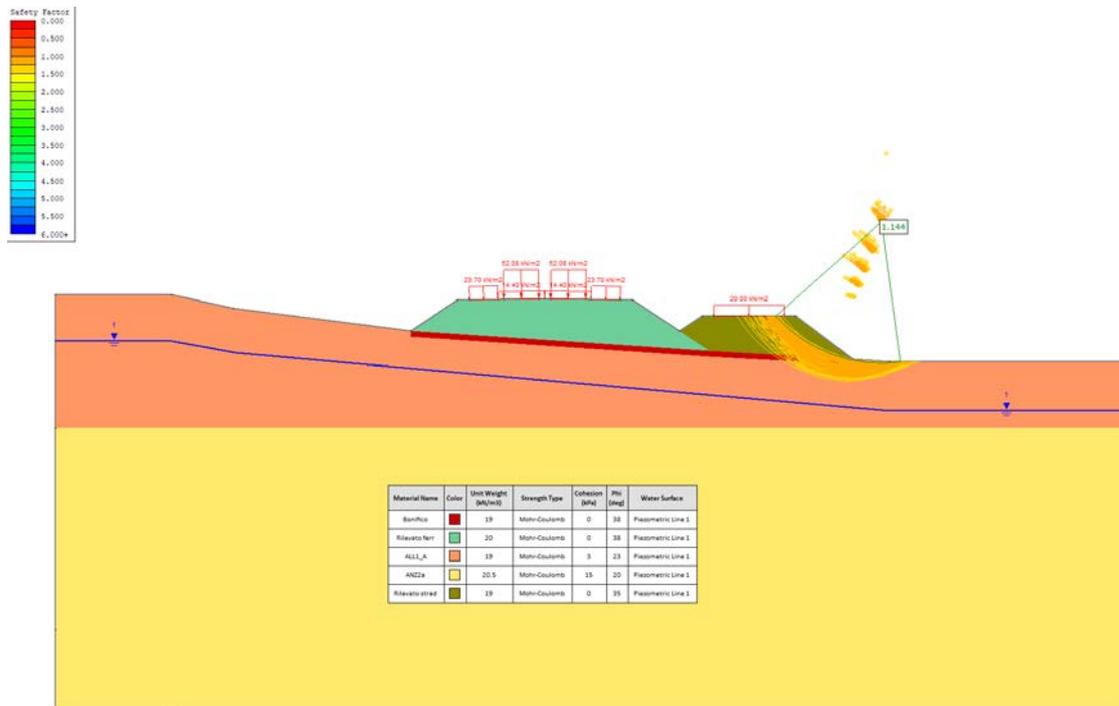


Figura 13 – NV03 - Condizione statica drenata -  $F_s=1.144 > 1.1$

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.		<b>COMMESSA</b> IF28	<b>LOTTO</b> 01	<b>CODIFICA</b> E ZZ RB	<b>DOCUMENTO</b> RI0000 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 27 di 60
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati							

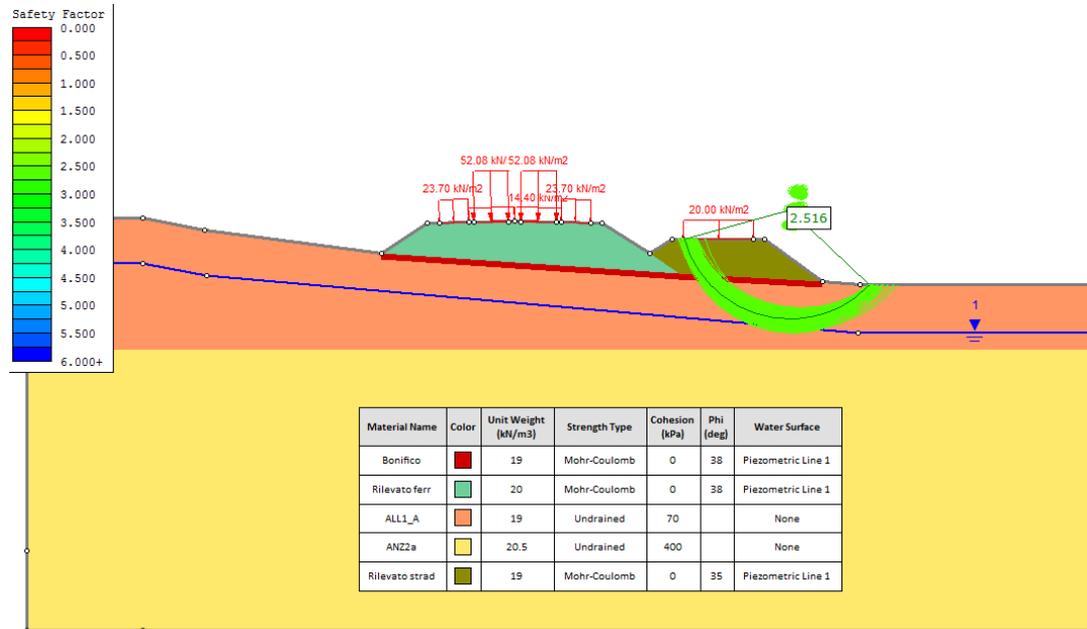


Figura 14 – NV03 - Condizione statica non drenata -  $F_s=2.516 > 1.1$

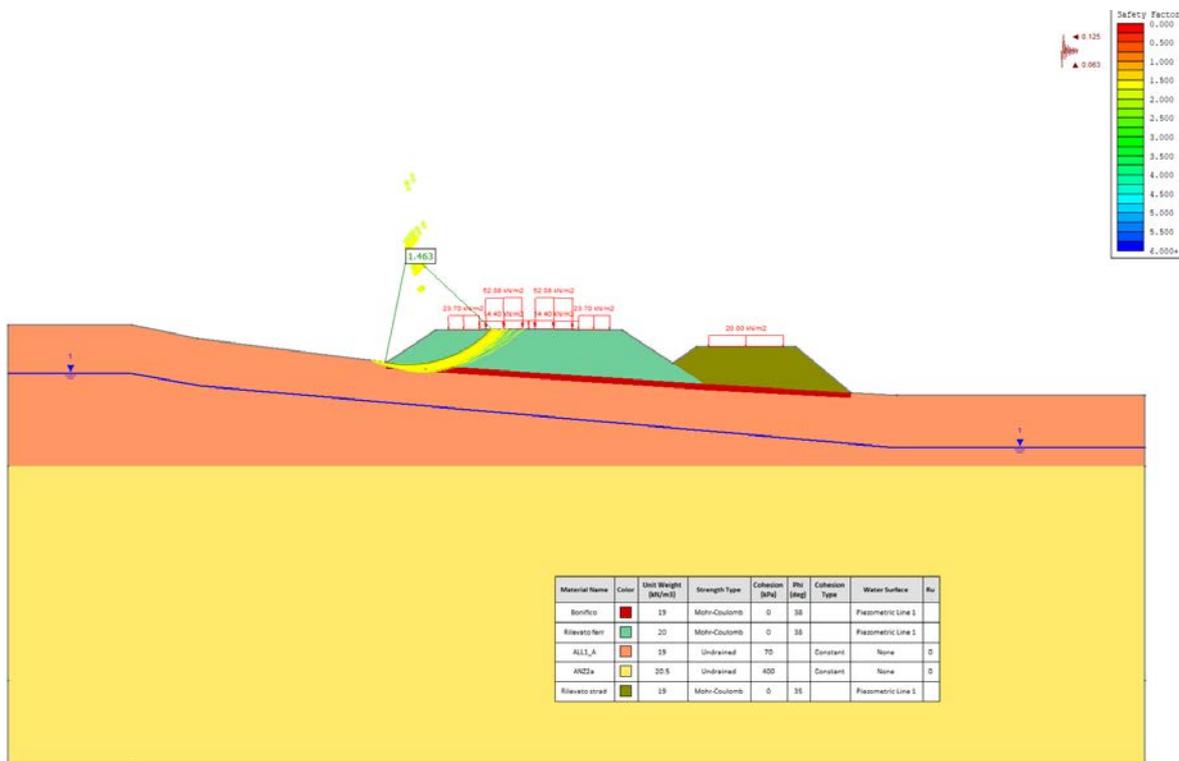


Figura 15 – RI03 - Condizione sismica non drenata -  $F_s=1.463 > 1.1$

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RB</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI0000 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>28 di 60</b>
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati</b>						

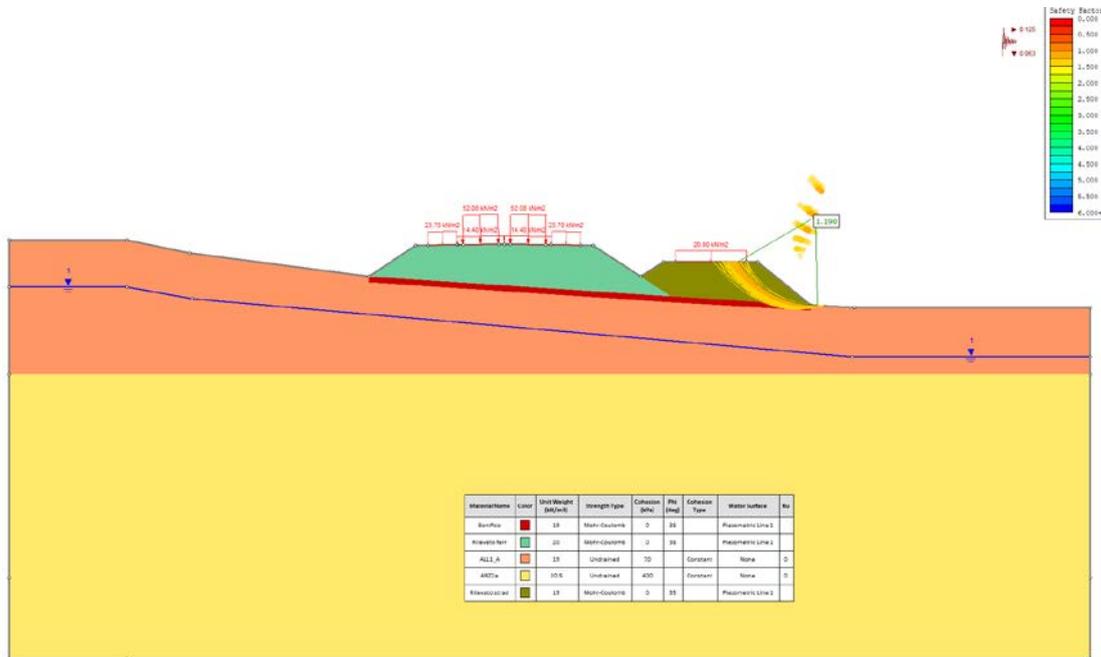


Figura 16 – NV03 – Condizione sismica non drenata -  $F_s=1.190 > 1.1$

$F_s$  è sempre maggiore di 1.1 per cui le verifiche di stabilità globale risultano soddisfatte.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RB</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI0000 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>29 di 60</b>

## 10.4 RI04

Parametri terreno combinazione M2:

*Coltre:*  $c_u = 25$  kPa,  $c_{uM2} = 17.8$  kPa;  $c' = 0$  kPa,  $c'_{M2} = 0$  kPa;  $\phi' = 21$  kPa,  $\phi'_{M2} = 17.1$

*BNA2:*  $c_u = 300$  kPa,  $c_{uM2} = 214$  kPa;  $c' = 20$  kPa,  $c'_{M2} = 16$  kPa;  $\phi' = 24$  kPa,  $\phi'_{M2} = 19.6$  kPa

*Bonifico e rilevato ferroviario:*  $\phi' = 38$  kPa,  $\phi'_{M2} = 32$  kPa

Alla base del rilevato viene utilizzata una doppia geogriglia Paralink 200 al fine di garantire il soddisfacimento delle verifiche di stabilità globale. La geogriglia è caratterizzata da una resistenza a trazione longitudinale a breve termine di 200 kN/m.

La resistenza a trazione a lungo termine (LTDS) viene calcolata tenendo in considerazione che il rinforzo può degradare a causa di attività fisico-chimiche nel terreno; inoltre la geogriglia è suscettibile ai danni durante l'installazione e agli effetti della temperatura elevata, che agiscono per accelerare le deformazioni o i processi di invecchiamento.

Pertanto la resistenza disponibile alla fine della vita utile del progetto viene valutata tenendo in considerazione tutti questi aspetti. Si riportano nella tabella seguente i fattori di riduzione globali da applicare alla resistenza a breve termine in funzione del materiale con cui è realizzato il rinforzo.

**Tabella 9 – Fattore di riduzione globale per la resistenza a lungo termine dei rinforzi**

MACCAFERRI		CARATTERISTICHE DEI RINFORZI
LTDS: FATTORE DI RIDUZIONE GLOBALE		
MATERIALE	Fattore di riduzione $F_{TOT}$	
ACCIAIO (rivestito)	1.1 – 1.5	
HDPE	2.2 – 5.8	
PET (rivestito)	1.5 – 2.3	
PP	4.4 – 8.2	
PVA	1.6 – 3.3	

Nel caso in esame le geogriglie Paralink sono costituite da nastri in poliestere con rivestimento protettivo in polietilene. Il corrispondente fattore di riduzione assume un valore di 1.5-2.3, da cui si ottiene  $LTDS = 200$  kN/m /  $2.3 = 87$  kN/m.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RB</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI0000 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>30 di 60</b>
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati</b>						

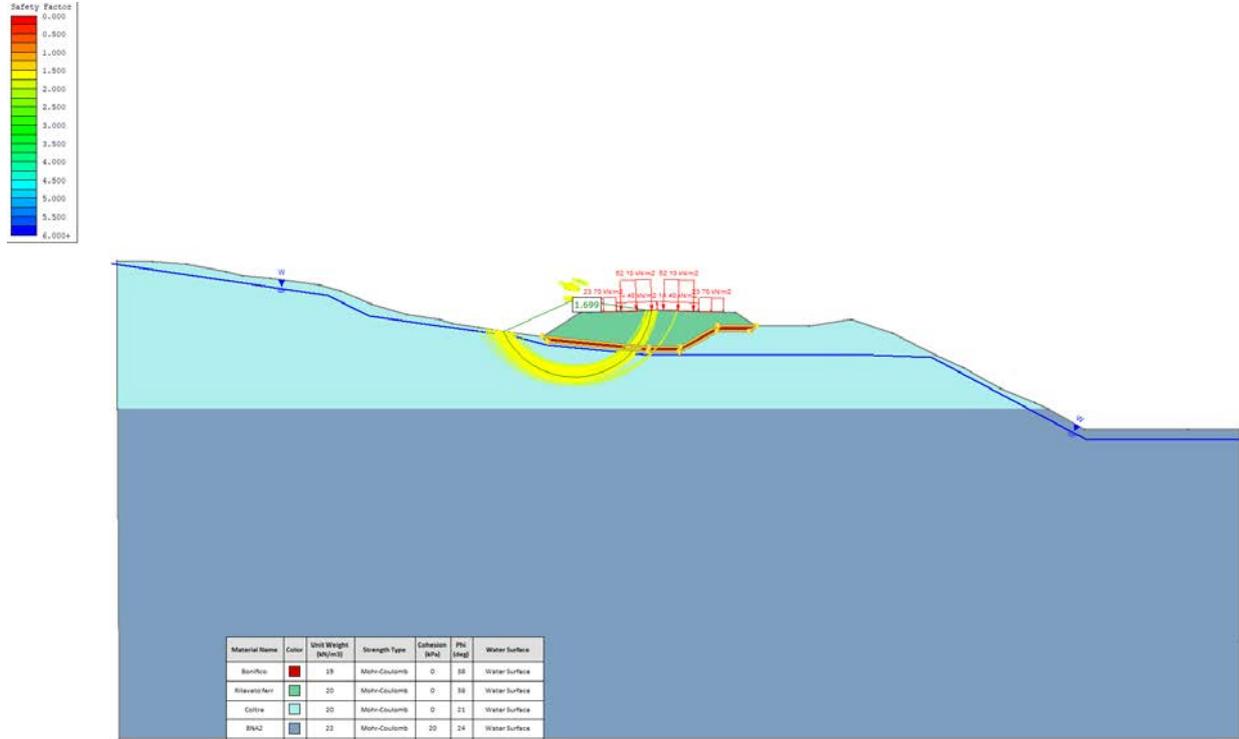


Figura 17 – RI04 - Condizione statica drenata -  $F_s=1.699 > 1.1$

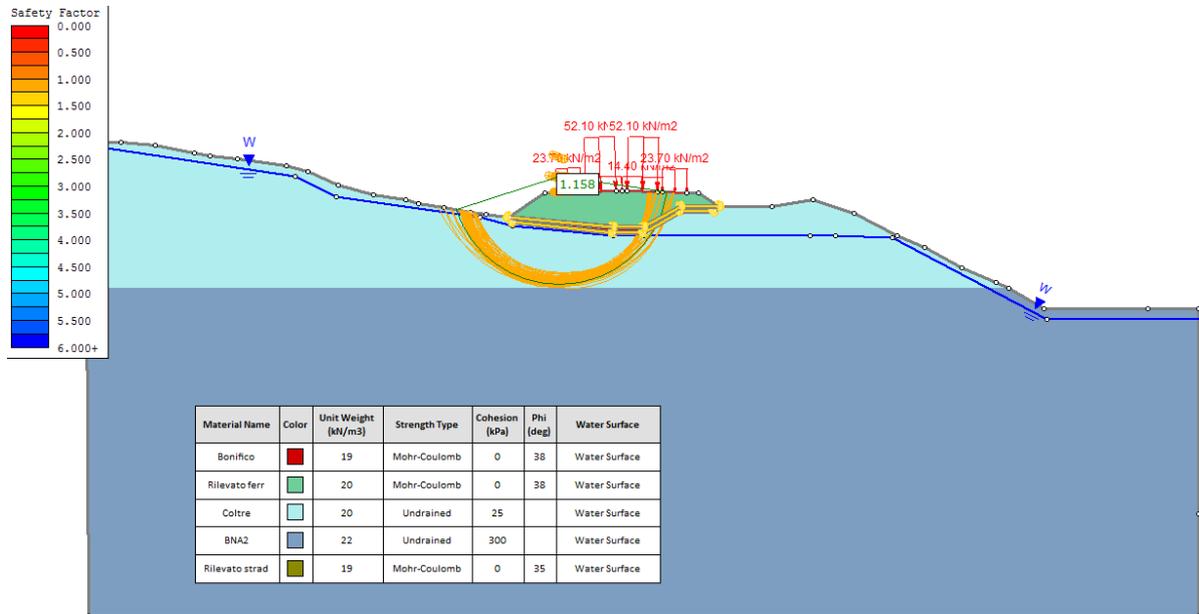


Figura 18 – RI04 - Condizione statica non drenata  $F_s=1.158 > 1.1$

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>						
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RB</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI0000 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>31 di 60</b>

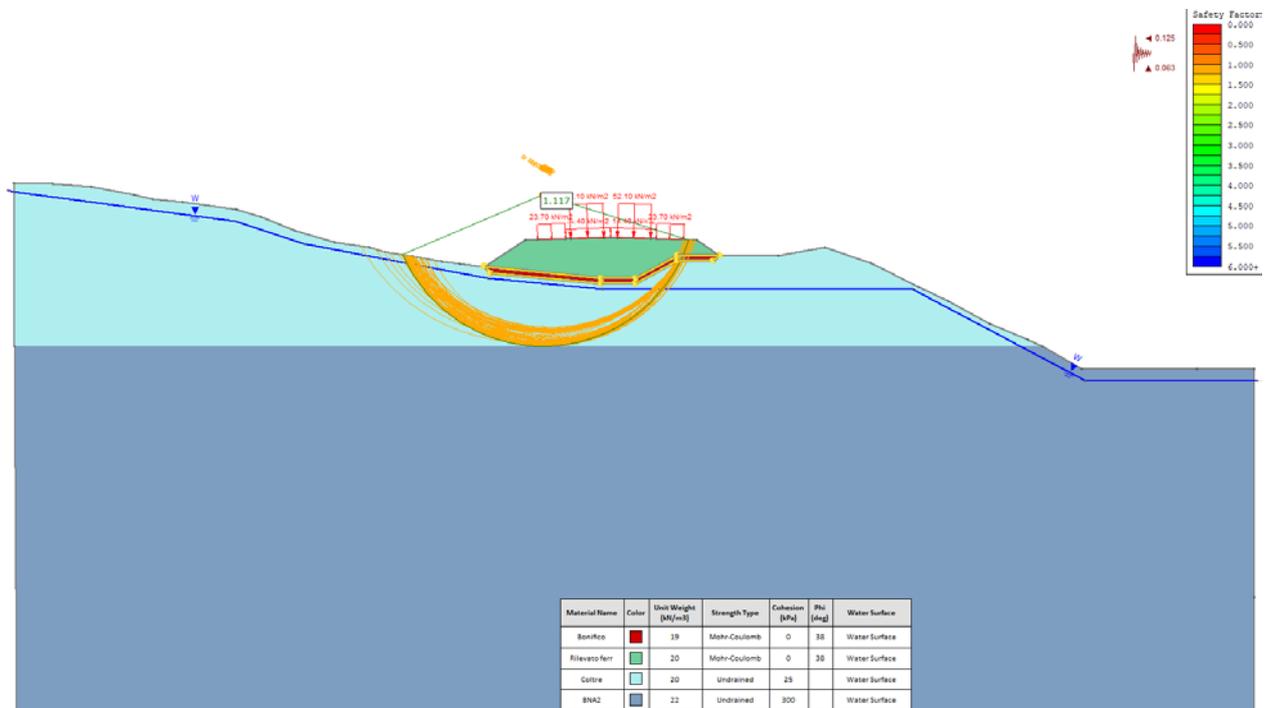


Figura 19 – RI04 - Condizione sismica non drenata -  $F_s=1.117 > 1.1$

$F_s$  è sempre maggiore di 1.1 per cui le verifiche di stabilità globale risultano soddisfatte.

Come detto, le geogriglie sono state inserite al fine di garantire il soddisfacimento delle verifiche di stabilità globale.

In alternativa alle geogriglie è stata anche analizzata la soluzione che prevede di realizzare una bonifica profonda pari a 2.5 m di spessore. Tuttavia, come visibile nella figura seguente, la verifica di stabilità globale non è soddisfatta essendo  $F_s$  minimo  $< 1.1$ .

Quindi, dovendo prevedere una bonifica di spessore superiore a 2.5 m per soddisfare le verifiche, è stata scelta la soluzione che prevede il rinforzo alla base del rilevato per mezzo di geogriglie.

Si riporta in seguito la verifica di stabilità globale nell'ipotesi di bonifica di 2.5 di spessore, con riferimento alle condizioni sismiche che forniscono i valori minori del coefficiente di sicurezza. Nella figura seguente sono visibili tutte le superfici  $< 1.1$ , da cui si desume che le verifiche di stabilità globale in questa configurazione non risultano soddisfatte.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ RB</b>	DOCUMENTO <b>RI0000 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>32 di 60</b>
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati</b>						

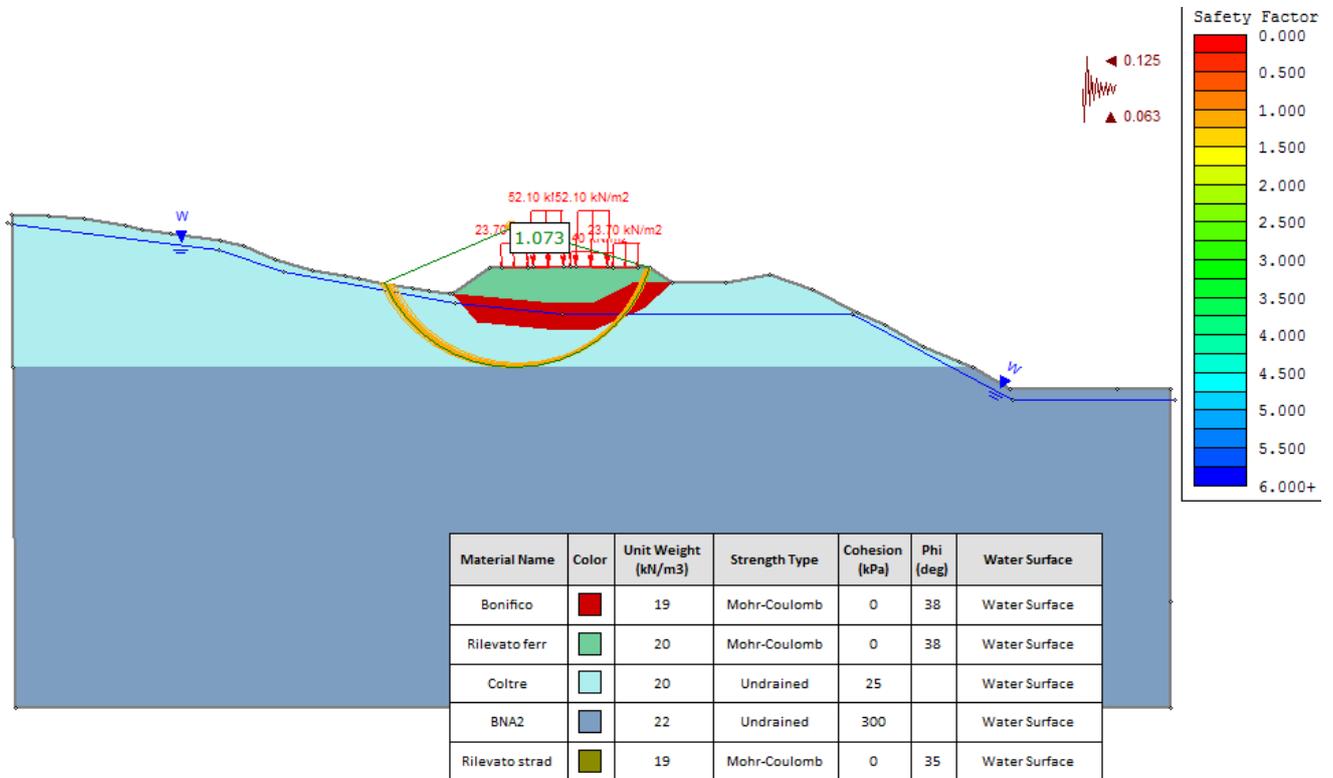


Figura 20 – RI04 - Condizione sismica con bonifica 2.5 m (senza geogriglie) -  $F_s=1.073 < 1.1$

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RB</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI0000 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>33 di 60</b>

## 10.5 RI05

Parametri terreno combinazione M2:

*ALL2\_S*:  $c' = 0$  kPa,  $c'_{M2} = 0$  kPa;  $\phi' = 29$  kPa,  $\phi'_{M2} = 23.9$

*BNA3*:  $c_u = 500$  kPa,  $c_{uM2} = 357$  kPa;  $c' = 20$  kPa,  $c'_{M2} = 16$  kPa;  $\phi' = 24$  kPa,  $\phi'_{M2} = 19.6$  kPa

*Bonifico e rilevato ferroviario*:  $\phi' = 38$  kPa,  $\phi'_{M2} = 32$  kPa

Alla base del rilevato viene utilizzata una geogriglia Paralink 200 al fine di garantire il soddisfacimento delle verifiche di stabilità globale. La geogriglia è caratterizzata da una resistenza a trazione longitudinale a breve termine di 200 kN/m.

La resistenza a trazione a lungo termine (LTDS) viene calcolata tenendo in considerazione che il rinforzo può degradare a causa di attività fisico-chimiche nel terreno; inoltre la geogriglia è suscettibile ai danni durante l'installazione e agli effetti della temperatura elevata, che agiscono per accelerare le deformazioni o i processi di invecchiamento.

Pertanto la resistenza disponibile alla fine della vita utile del progetto viene valutata tenendo in considerazione tutti questi aspetti. Si riportano nella tabella seguente i fattori di riduzione globali da applicare alla resistenza a breve termine in funzione del materiale con cui è realizzato il rinforzo.

**Tabella 10 – Fattore di riduzione globale per la resistenza a lungo termine dei rinforzi**

<b>MACCAFERRI</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI RINFORZI</b>
<b>LTDS: FATTORE DI RIDUZIONE GLOBALE</b>	
<b>MATERIALE</b>	<b>Fattore di riduzione <math>F_{TOT}</math></b>
<b>ACCIAIO (rivestito)</b>	<b>1.1 – 1.5</b>
<b>HDPE</b>	<b>2.2 – 5.8</b>
<b>PET (rivestito)</b>	<b>1.5 – 2.3</b>
<b>PP</b>	<b>4.4 – 8.2</b>
<b>PVA</b>	<b>1.6 – 3.3</b>

Nel caso in esame le geogriglie Paralink sono costituite da nastri in poliestere con rivestimento protettivo in polietilene. Il corrispondente fattore di riduzione assume un valore di 1.5-2.3, da cui si ottiene  $LTDS = 200$  kN/m /  $2.3 = 87$  kN/m.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>COMMESSA</b> IF28	<b>LOTTO</b> 01	<b>CODIFICA</b> E ZZ RB	<b>DOCUMENTO</b> RI0000 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 34 di 60
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati</b>						

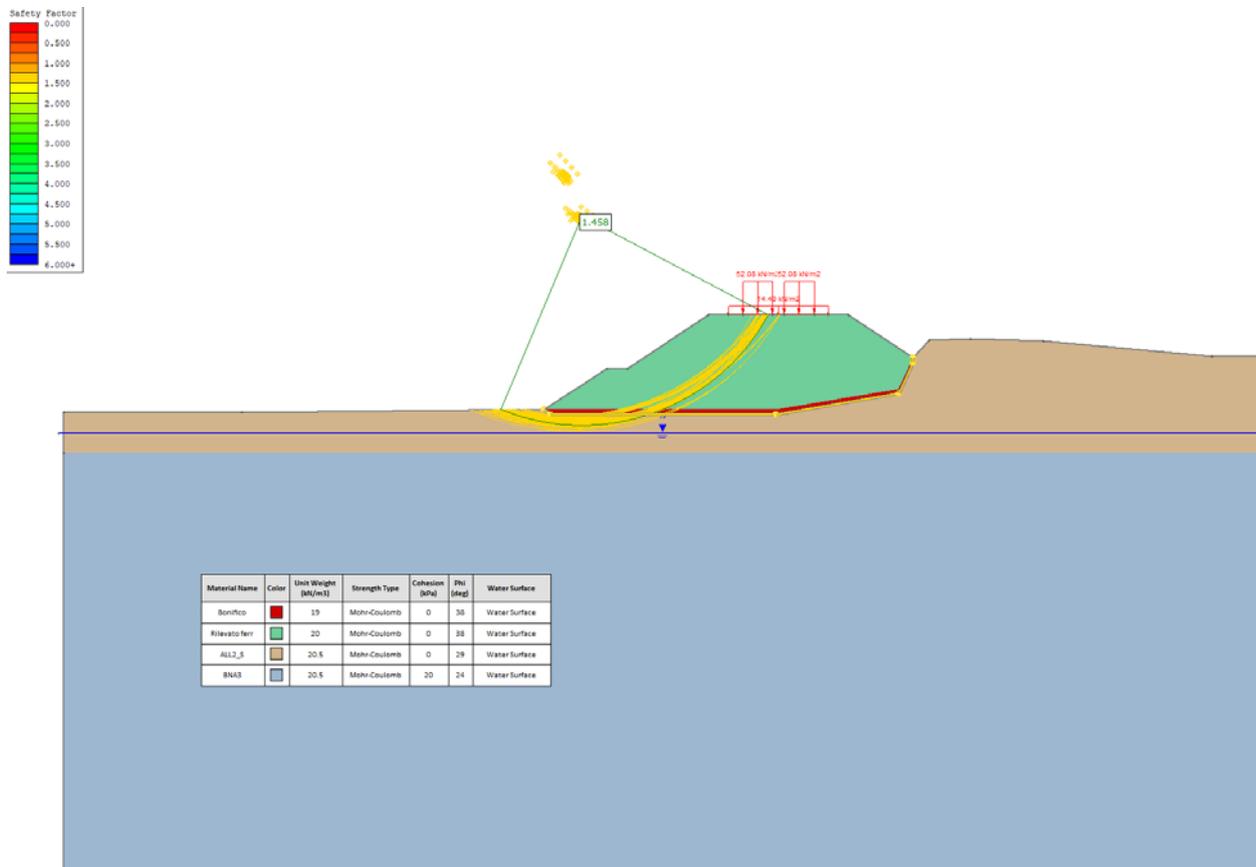


Figura 21 – RI05 - Condizione statica drenata -  $F_s=1.458 > 1.1$

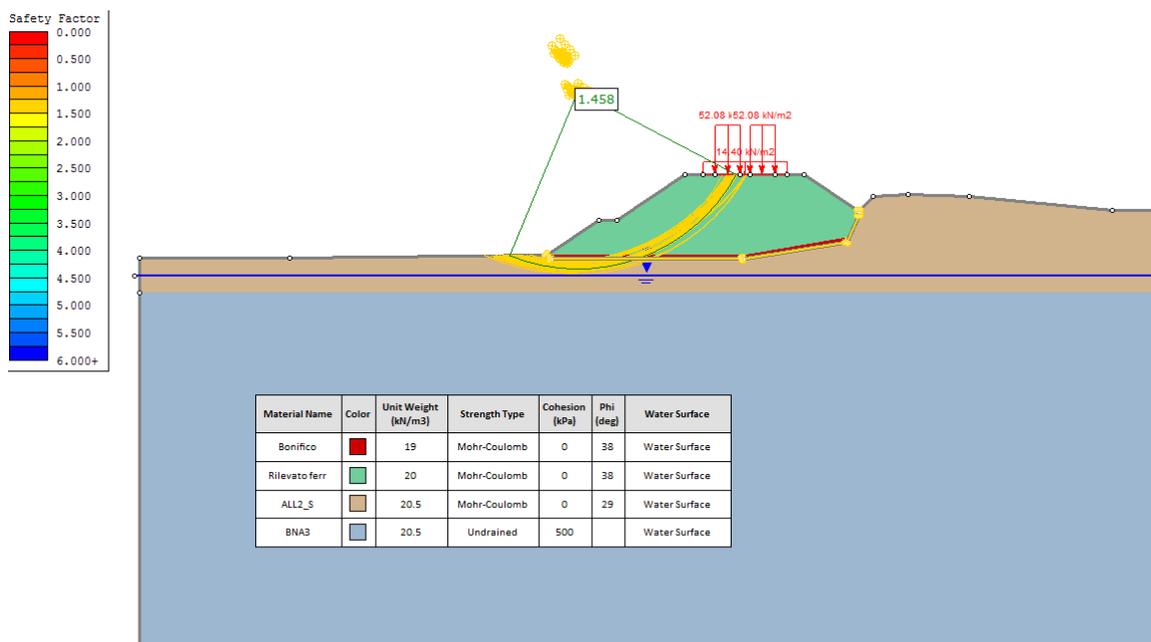


Figura 22 – RI05 - Condizione statica non drenata -  $F_s=1.458 > 1.1$

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RB</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI0000 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>35 di 60</b>
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati</b>						

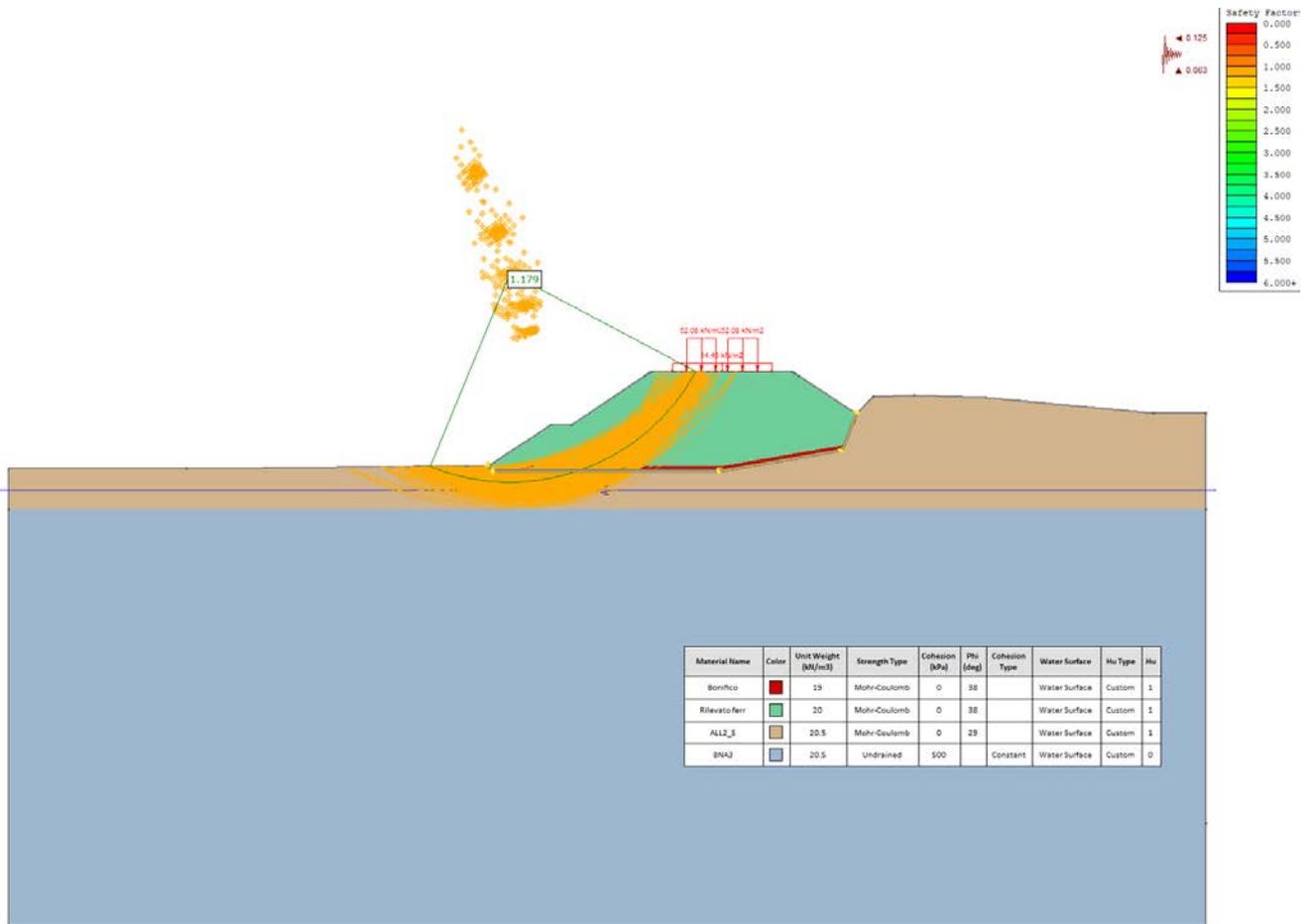


Figura 23 – RI05 - Condizione sismica non drenata -  $F_s=1.179 > 1.1$

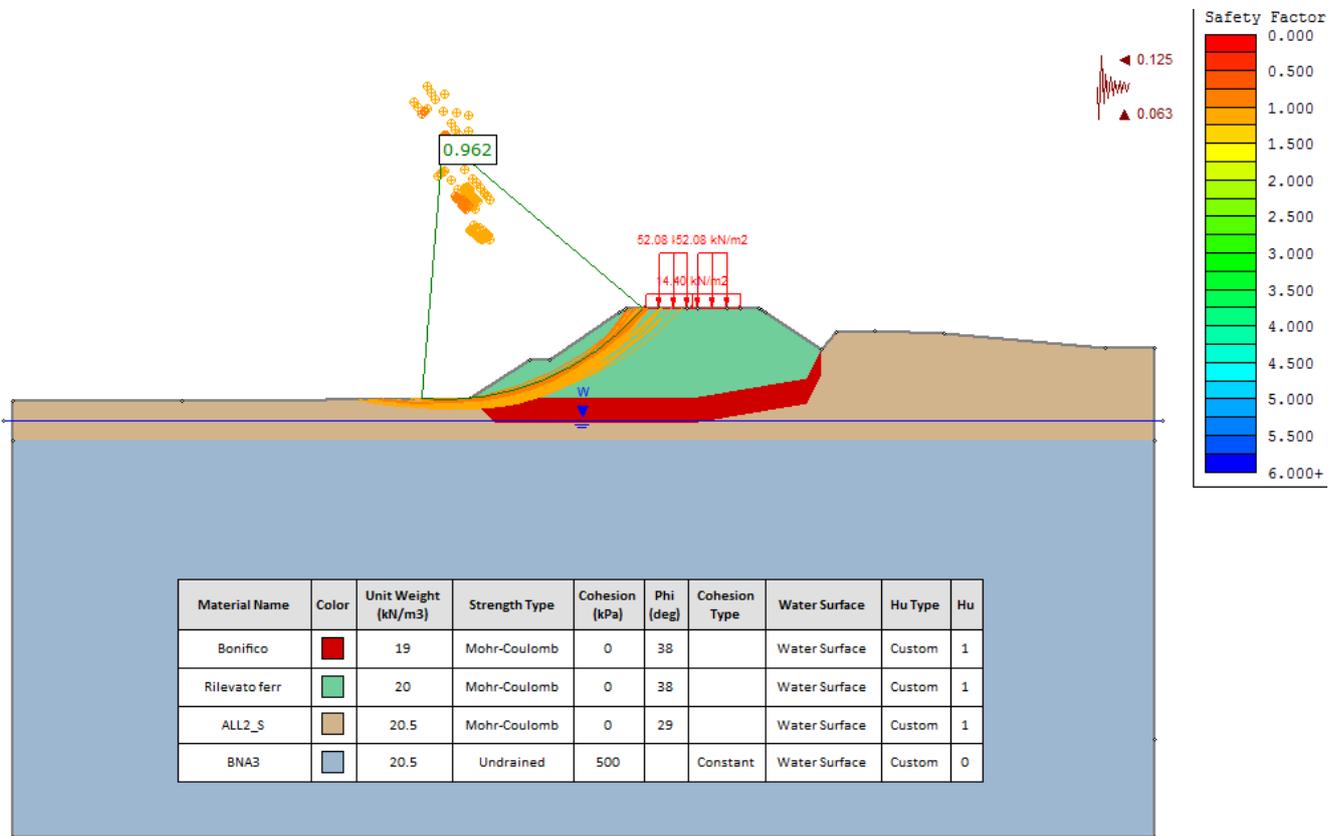
$F_s$  è sempre maggiore di 1.1 per cui le verifiche di stabilità globale risultano soddisfatte.

Come detto, le geogriglie sono state inserite al fine di garantire il soddisfacimento delle verifiche di stabilità globale. In alternativa alle geogriglie è stata anche analizzata la soluzione che prevede di realizzare una bonifica profonda pari a 2.5 m di spessore. Tuttavia, come visibile nella figura seguente, la verifica di stabilità globale non è soddisfatta essendo FS minimo < 1.1.

Quindi, dovendo prevedere una bonifica di spessore superiore a 2.5 m per soddisfare le verifiche, è stata scelta la soluzione che prevede il rinforzo alla base del rilevato per mezzo di geogriglie.

Si riporta in seguito la verifica di stabilità globale nell'ipotesi di bonifica di 2.5 di spessore, con riferimento alle condizioni sismiche che forniscono i valori minori del coefficiente di sicurezza. Nella figura seguente sono visibili tutte le superfici con  $F_s < 1.1$ , da cui si desume che le verifiche di stabilità globale in questa configurazione non risultano soddisfatte.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.	
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati</b>	COMMESSA    LOTTO            CODIFICA            DOCUMENTO            REV.            FOGLIO <b>IF28                      01                      E ZZ RB                      RI0000 001                      B                      36 di 60</b>



**Figura 24 – RI05 - Condizione sismica con bonifica 2.5 m (senza geogriglie) - Fs=0.962 < 1.1**

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RB</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI0000 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>37 di 60</b>

## 11 VERIFICHE SLU – PORTANZA DEI RILEVATI

### 11.1 CRITERI DI VERIFICA

Dall'analisi dei cedimenti è stato ricavato il grafico che riporta le pressioni totali alla quota del piano campagna indotte dalla costruzione dei rilevati; al termine del processo di consolidazione le pressioni totali corrispondono alle pressioni efficaci. È stato quindi confrontato il valore massimo della pressione con la portanza del rilevato calcolata secondo la Formula Trinomia di Terzaghi, come illustrato in seguito.

### 11.2 RI01

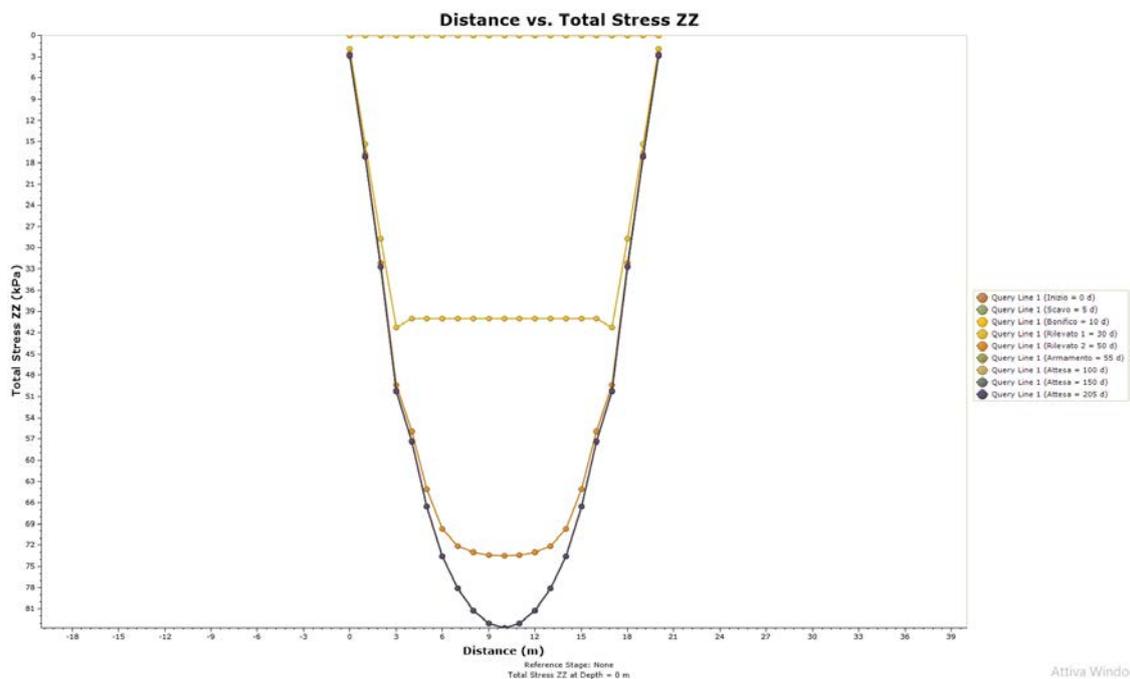


Figura 25 – Pressione totali alla quota del piano campagna

Nel seguito si procede alla verifica di portanza del rilevato ferroviario applicando l'approccio 2 - A1+M1+R3 (R3=2.3), calcolando il valore del carico limite con la Formula Trinomia di Terzaghi:

$$q_{lim} = N_q \gamma' D + N_c c + N_\gamma \gamma' B/2$$

$$q_{lim} = 0 + 18 \times 3 \text{ kPa} + 5 \times 9 \text{ kN/m}^3 \times (20\text{m}/2) = 0 + 54 \text{ kPa} + 450 \text{ kPa} = 504 \text{ kPa}$$

avendo considerato  $c' = 3 \text{ kPa}$  e  $\Phi' = 22^\circ$ , i coefficienti di portanza alla Terzaghi ed ovviamente avendo posto il termine D pari a 0. Poiché la falda è prossima al piano campagna, viene utilizzato il peso di volume immerso del terreno  $\gamma'$ .

Il valore di progetto della portata è quindi  $q_{lim,d} = 504 \text{ kPa}/2.3 = 219 \text{ kPa}$ .

L'azione di progetto è  $E_d = 83 \text{ kPa} \times 1.3 = 108 \text{ kPa}$ .

La verifica si ritiene quindi soddisfatta.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RB</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI0000 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>38 di 60</b>

### 11.3 RI03

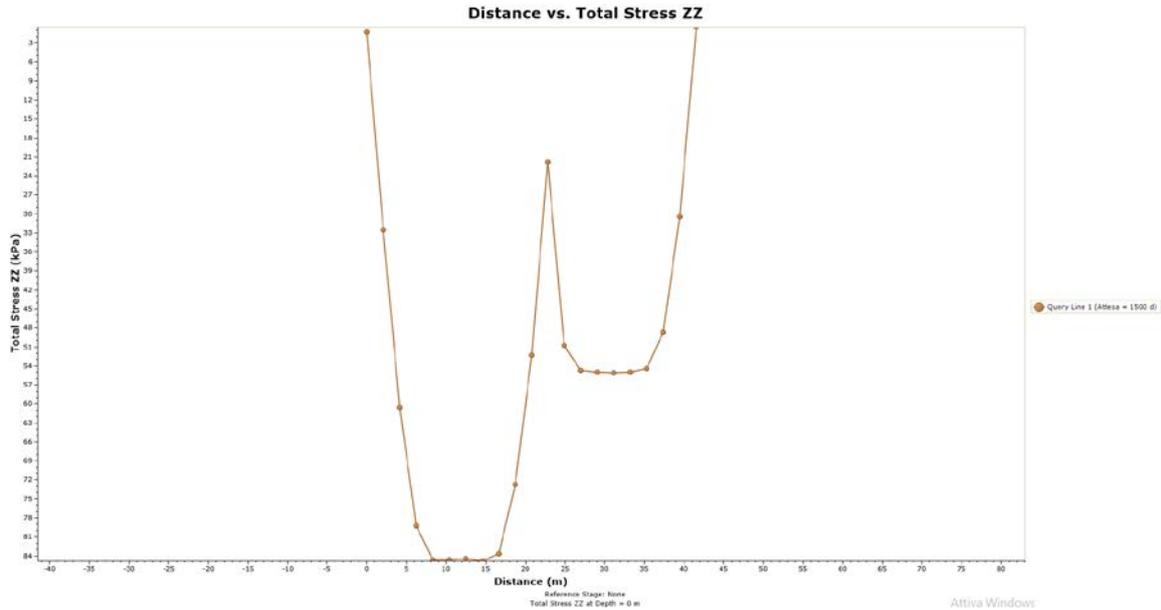


Figura 26 – Pressione totali alla quota del piano campagna

Nel seguito si procede alla verifica di portanza del rilevato ferroviario applicando l'approccio 2 - A1+M1+R3 (R3=2.3), calcolando il valore del carico limite con la Formula Trinomia di Terzaghi:

$$q_{lim} = N_q \gamma' D + N_c c + N_\gamma \gamma' B/2$$

$$q_{lim} = 0 + 18 \times 3 \text{ kPa} + 5 \times 9 \text{ kN/m}^3 \times (24\text{m}/2) = 0 + 54 \text{ kPa} + 540 \text{ kPa} = 594 \text{ kPa}$$

avendo considerato  $c' = 3 \text{ kPa}$  e  $\Phi' = 23^\circ$ , i coefficienti di portanza alla Terzaghi ed ovviamente avendo posto il termine D pari a 0. Poiché la falda è prossima al piano campagna, viene utilizzato il peso di volume immerso del terreno  $\gamma'$ .

Il valore di progetto della portata è quindi  $q_{lim,d} = 594 \text{ kPa}/2.3 = 258 \text{ kPa}$ .

L'azione di progetto è  $E_d = 85 \text{ kPa} \times 1.3 = 110 \text{ kPa}$ .

La verifica si ritiene quindi soddisfatta.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>						
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RB</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI0000 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>39 di 60</b>

## 11.4 RI04

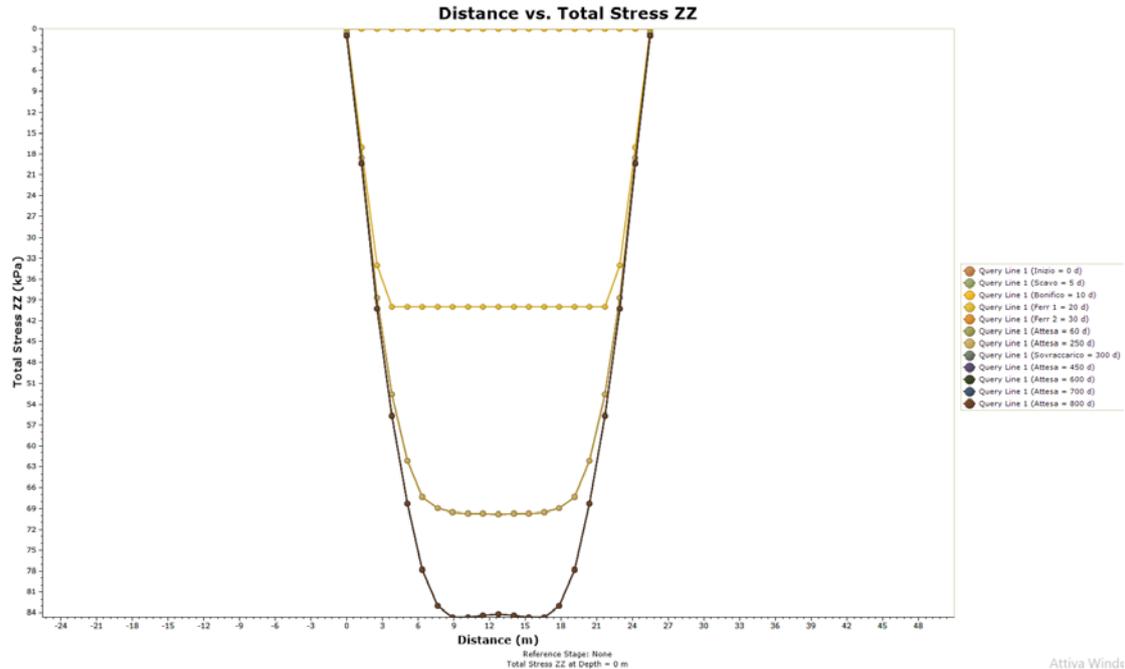


Figura 27 – Pressione totali alla quota del piano campagna

Nel seguito si procede alla verifica di portanza del rilevato ferroviario applicando l'approccio 2 - A1+M1+R3 (R3=2.3), calcolando il valore del carico limite con la Formula Trinomia di Terzaghi:

$$q_{lim} = N_q \gamma' D + N_c c + N_\gamma \gamma' B/2$$

$$q_{lim} = 0 + 0 + 5 \times 10 \text{ kN/m}^3 \times (25\text{m}/2) = 0 + 0 + 540 \text{ kPa} = 625 \text{ kPa}$$

avendo considerato  $c' = 0 \text{ kPa}$  e  $\Phi' = 21^\circ$ , i coefficienti di portanza alla Terzaghi ed ovviamente avendo posto il termine D pari a 0. Poiché la falda è prossima al piano campagna, viene utilizzato il peso di volume immerso del terreno  $\gamma'$ .

Il valore di progetto della portata è quindi  $q_{lim,d} = 625 \text{ kPa}/2.3 = 271 \text{ kPa}$ .

L'azione di progetto è  $Ed = 85 \text{ kPa} \times 1.3 = 110 \text{ kPa}$ .

La verifica si ritiene quindi soddisfatta.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>						
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RB</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI0000 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>40 di 60</b>

## 11.5 RI05



Figura 28 – Pressione totali alla quota del piano campagna

Nel seguito si procede alla verifica di portanza del rilevato ferroviario applicando l'approccio 2 - A1+M1+R3 (R3=2.3), calcolando il valore del carico limite con la Formula Trinomia di Terzaghi:

$$q_{lim} = N_q \gamma' D + N_c c + N_\gamma \gamma' B/2$$

$$q_{lim} = 0 + 0 + 17 \times 10.5 \text{ kN/m}^3 \times (36\text{m}/2) = 0 + 0 + 3200 \text{ kPa} = 3200 \text{ kPa}$$

avendo considerato  $\Phi' = 29^\circ$ , i coefficienti di portanza alla Terzaghi ed ovviamente avendo posto il termine D pari a 0. Poiché la falda è prossima al piano campagna, viene utilizzato il peso di volume immerso del terreno  $\gamma'$ .

Il valore di progetto della portata è quindi  $q_{lim,d} = 3200 \text{ kPa}/2.3 = 1390 \text{ kPa}$ .

L'azione di progetto è  $Ed = 185 \text{ kPa} \times 1.3 = 240 \text{ kPa}$ .

La verifica si ritiene quindi soddisfatta.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RB</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI0000 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>41 di 60</b>

## 12 VERIFICHE SLE - ANALISI DEI CEDIMENTI

### 12.1 CRITERI DI VERIFICA

Come definito in precedenza nell'ambito delle verifiche agli Stati Limite d'Esercizio, dev'essere verificata la seguente disequaglianza:

$$Ed \leq Cd \text{ (Eq. 6.2.7 delle NTC 2008)}$$

dove  $Ed$  è il valore di progetto dell'effetto dell'azione, e  $Cd$  è il valore limite prescritto dell'effetto delle azioni.

Sulla base di quanto riportato sopra, le verifiche geotecniche sono pertanto volte ad identificare un campo di spostamenti/cedimenti.

La determinazione dei cedimenti è stata svolta mediante l'utilizzo del codice di calcolo Settle 3D assumendo i valori caratteristici sia sulle azioni che sui materiali. In particolare sono stati applicati i sovraccarichi dovuti al ballast, ma non quelli dovuti al traffico ferroviario e stradale.

I parametri geotecnici dei materiali antropici e in situ sono riportati ai paragrafi 7.2 e 8.

In presenza di terreni in sito di natura coesiva, la costruzione del rilevato induce un cedimento di tipo immediato che avviene in condizioni non drenate e che viene pertanto calcolato a partire dal modulo elastico non drenato  $E_u$ .

Vengono quindi calcolati i cedimenti di consolidazione e il loro decorso nel tempo al dissiparsi delle pressioni neutrali, secondo la teoria di Terzaghi.

In presenza di terreni in sito di natura prevalentemente incoerente si assume che i cedimenti siano di tipo immediato e che la loro maturazione avvenga contestualmente alla costruzione del rilevato.

Gli incrementi di tensione indotti all'interno di ciascuno strato dal carico applicato in superficie, in base ai quali viene effettuato il calcolo dei cedimenti, vengono valutati secondo la teoria di Boussinesq.

### 12.2 RI01

Si riportano in seguito le fasi di calcolo analizzate per la stima dei cedimenti del rilevato RI01.

$t=0$ : stato iniziale

$t=5$  gg: scavo (rilevato ferroviario): – fase di scarico

$t=10$  gg: bonifico

$t=30$  gg: costruzione rilevato ferroviario (prima parte)

$t=50$  gg: costruzione rilevato ferroviario (seconda parte)

$t=55$  gg: applicazione sovraccarico (armamento)

$t=100, 150, 205, 500, 700, 1000$  gg: dissipazione sovrappressioni residue

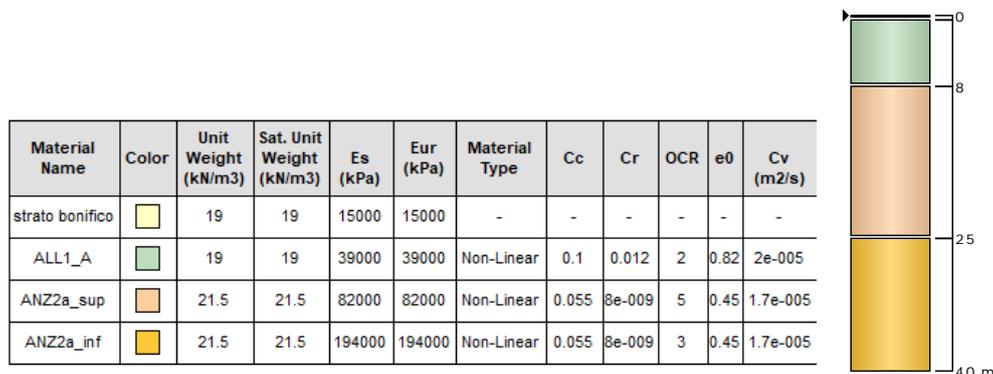


Figura 29: RI01: stratigrafia di calcolo

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RB</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI0000 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>42 di 60</b>
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati</b>						

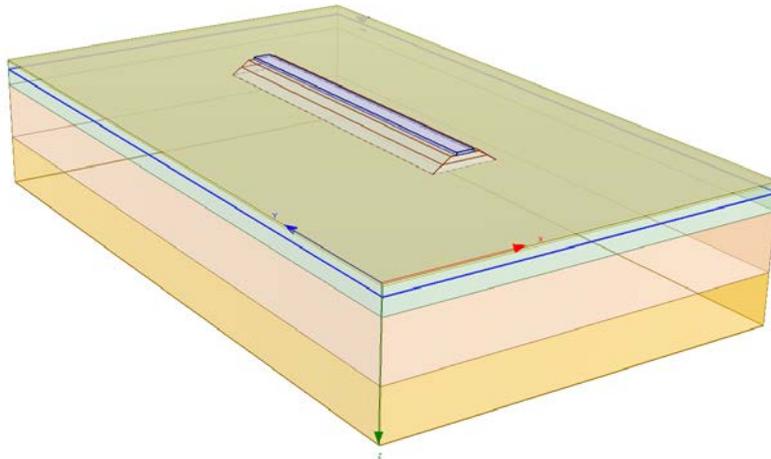


Figura 30: RI01: modello di calcolo Settle 3D

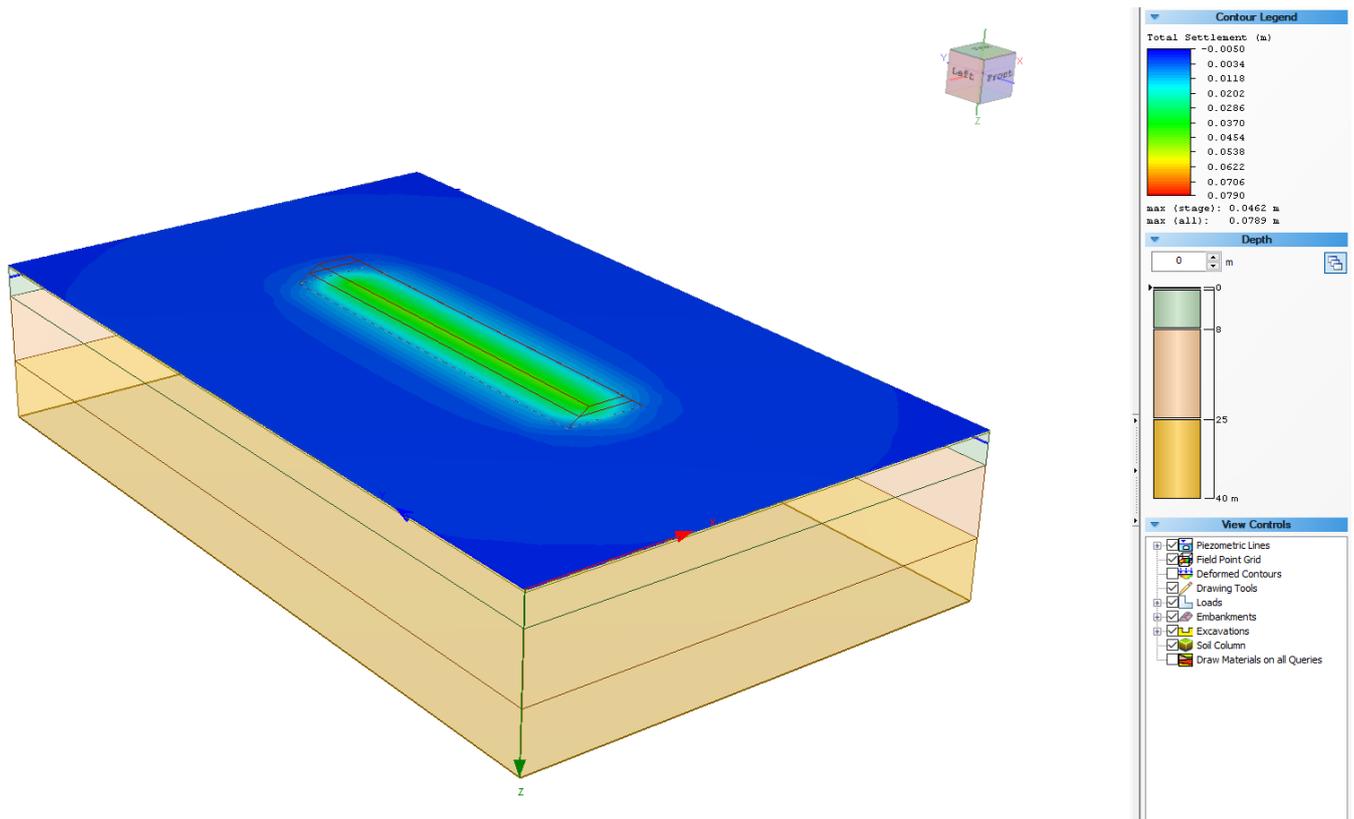


Figura 31: 50 gg – fine costruzione rilevato ferroviario

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGIO S.P.A.    ASTALDI S.P.A	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.	<b>COMMESSA</b> IF28	<b>LOTTO</b> 01	<b>CODIFICA</b> E ZZ RB	<b>DOCUMENTO</b> RI0000 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 43 di 60
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati</b>						

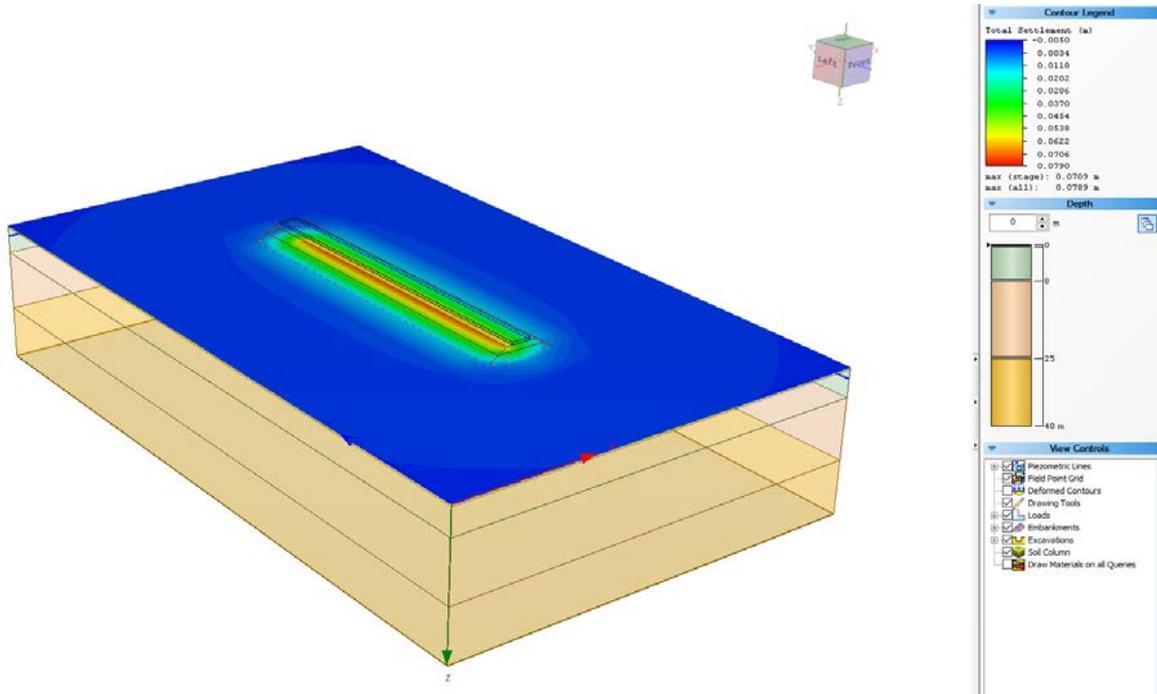


Figura 32: 55 gg – applicazione sovraccarichi (armamento)

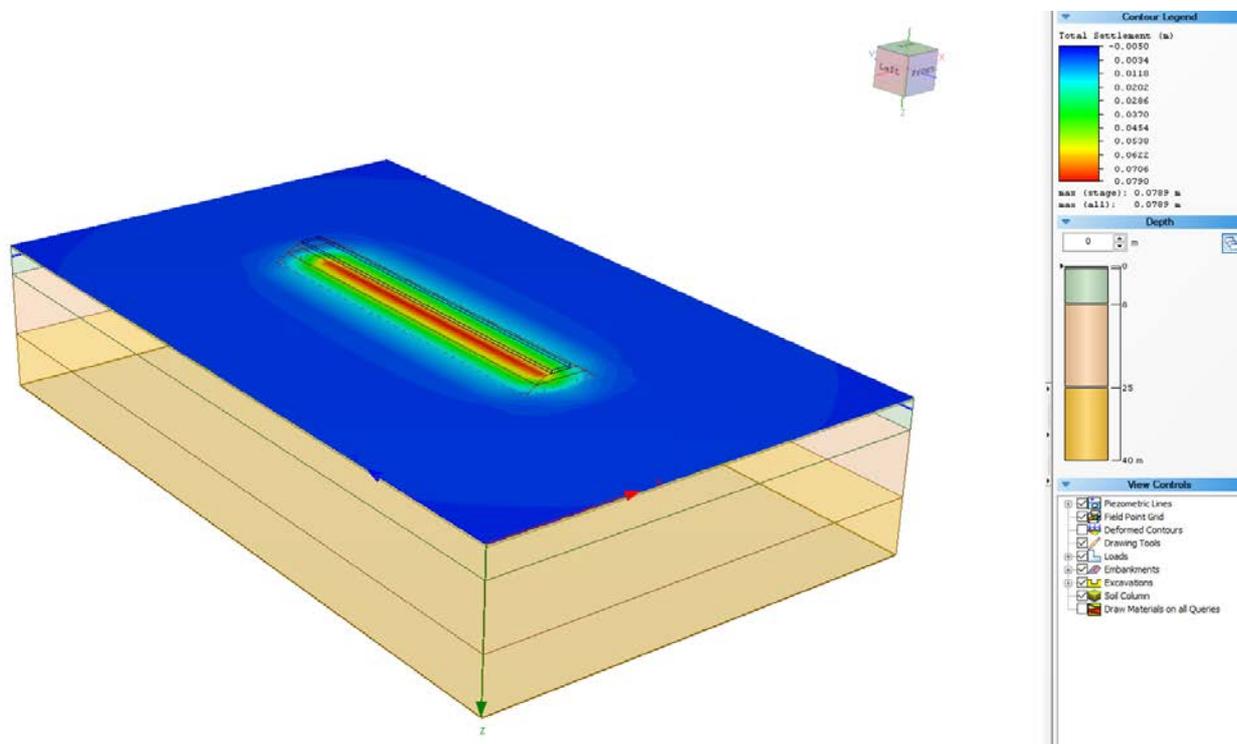


Figura 33: 100 gg – cedimento di consolidazione esaurito

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RB</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI0000 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>44 di 60</b>

Il cedimento massimo calcolato alla base del rilevato ferroviario RI01 è pari a 7.9 cm.

Al termine della costruzione del rilevato (dopo 50 giorni), è maturato un cedimento pari a 4.6 cm (circa 60% del totale). Dopo 55 giorni, con l'applicazione dei sovraccarichi dovuti all'armamento, è maturato un cedimento pari a circa il 90% del valore finale atteso (7.1 cm).

T Trattandosi di terreni coesivi consistenti e sovraconsolidati, l'effetto del carico dei rilevati induce cedimenti di modesta entità che maturano per la maggior parte nell'arco di tempo di costruzione dei rilevati stessi.

Come visibile in Figura 35, gran parte del cedimento matura entro una profondità di 8 m all'interno del primo strato, dove la dissipazione delle sovrappressioni neutre si conclude entro 3 mesi circa (100 giorni), come indicato in Figura 38.

La completa dissipazione delle sovrappressioni interstiziali negli strati profondi avviene molto lentamente ed è visibile in Figura 37 e Figura 38. L'analisi dei cedimenti si è spinta fino a coprire 1000 giorni, anche se oltre i 3 mesi i cedimenti di consolidazione sono di entità trascurabile.

Di seguito viene riportato l'andamento dei cedimenti nel tempo alla base e in asse al rilevato ferroviario (quota piano campagna).

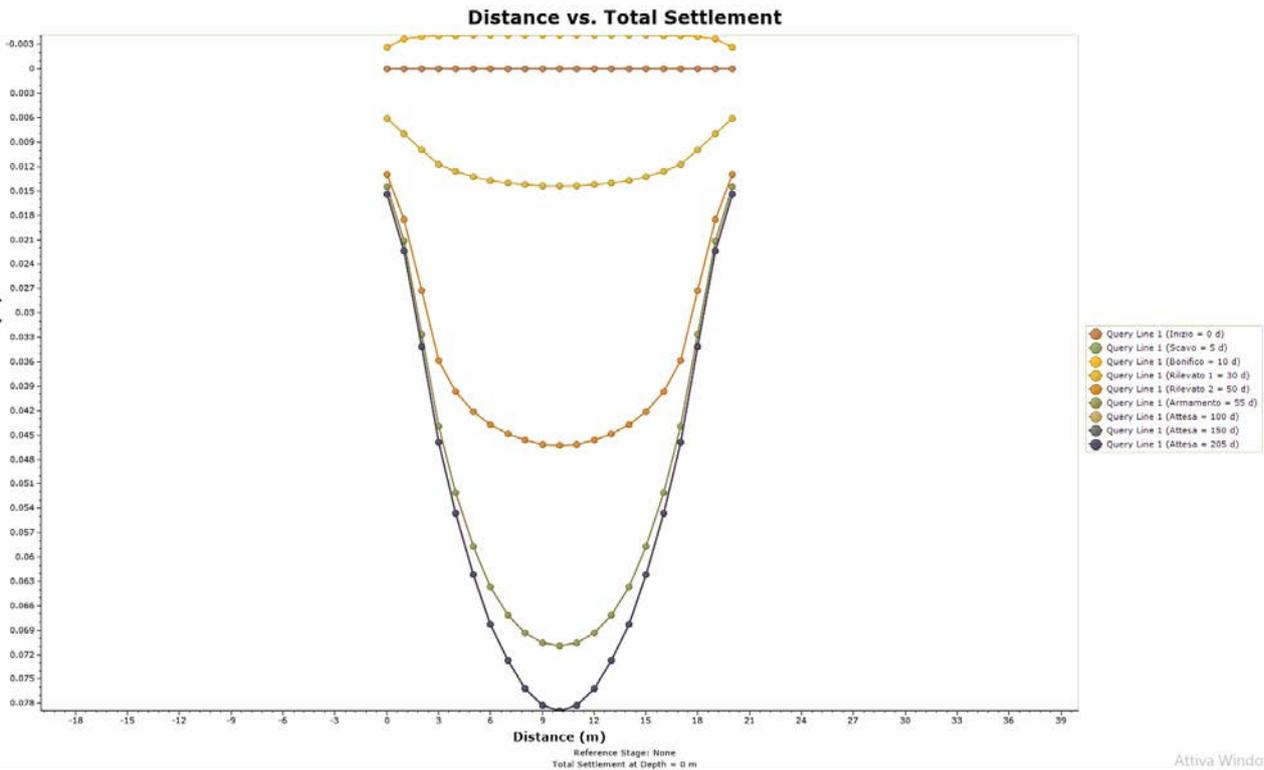


Figura 34: Evoluzione nel tempo dei cedimenti alla base del rilevato

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.							
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati</b>		<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RB</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI0000 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>45 di 60</b>

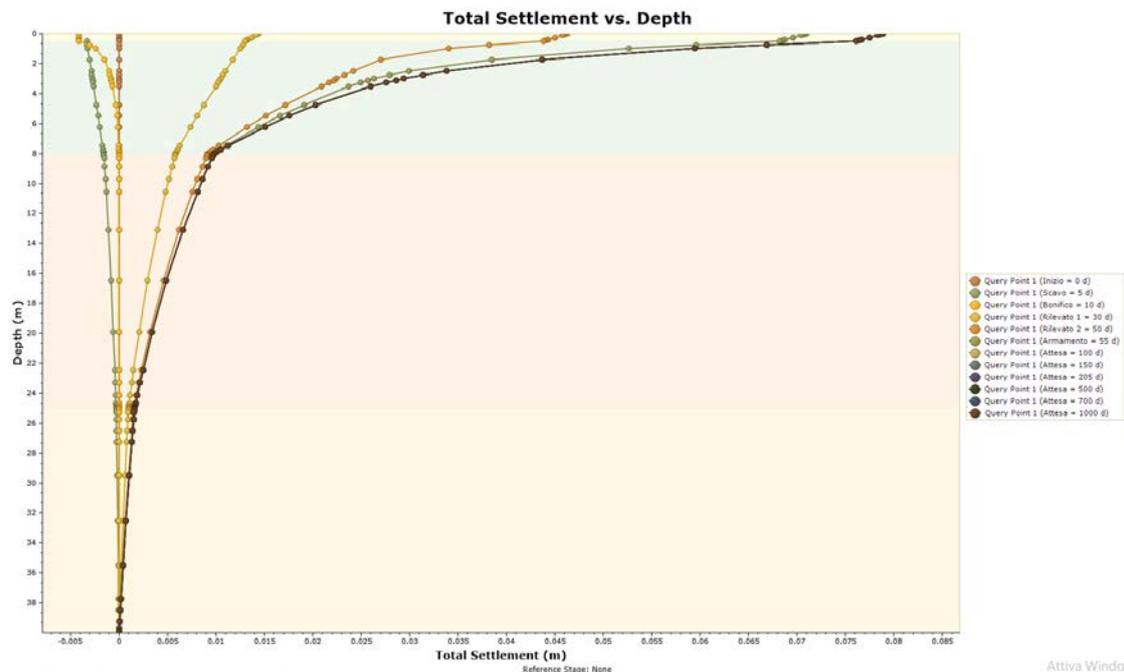


Figura 35: Evoluzione nel tempo dei cedimenti in asse al rilevato ferroviario

Di seguito viene riportata l'evoluzione delle sovrappressioni neutre alle profondità corrispondenti al passaggio tra gli strati (8 m e 25 m) e in asse al rilevato.

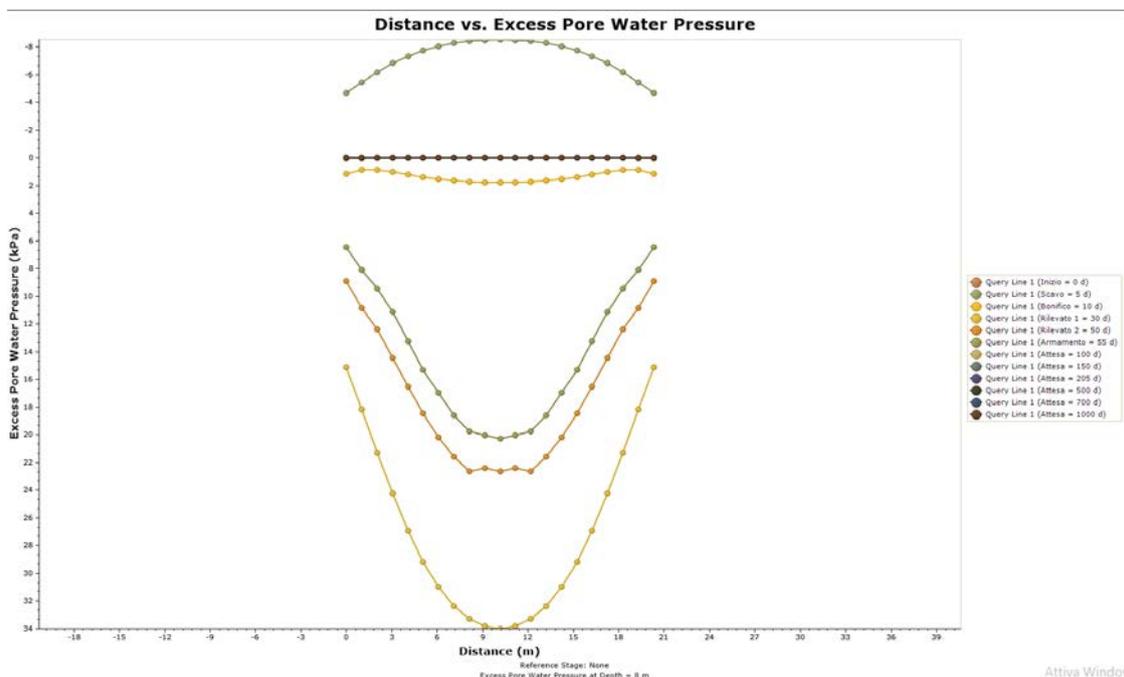


Figura 36: Curve delle sovrappressioni neutre a 8 m di profondità

APPALTATORE:  
Consorzio                      Soci  
HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGIO S.P.A.    ASTALDI S.P.A

## ITINERARIO NAPOLI – BARI

### RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA

PROGETTAZIONE:  
Mandatario                      Mandanti  
ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.

PROGETTO ESECUTIVO  
**Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF28	01	E ZZ RB	RI0000 001	B	46 di 60

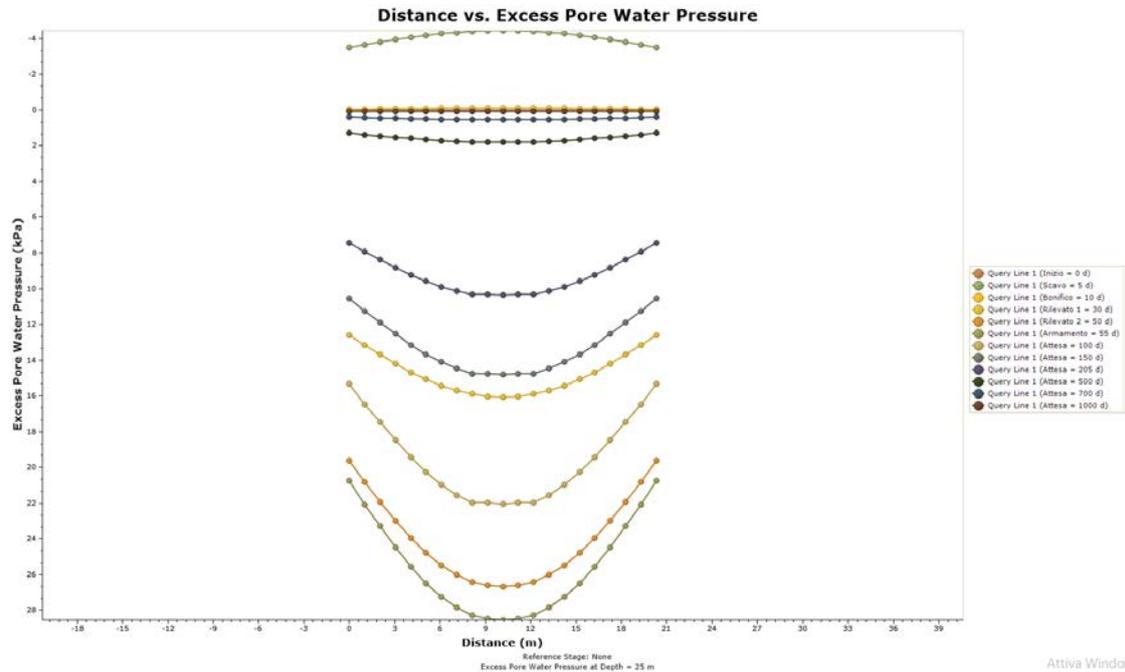


Figura 37: Curve delle sovrappressioni neutre a 25 m di profondità

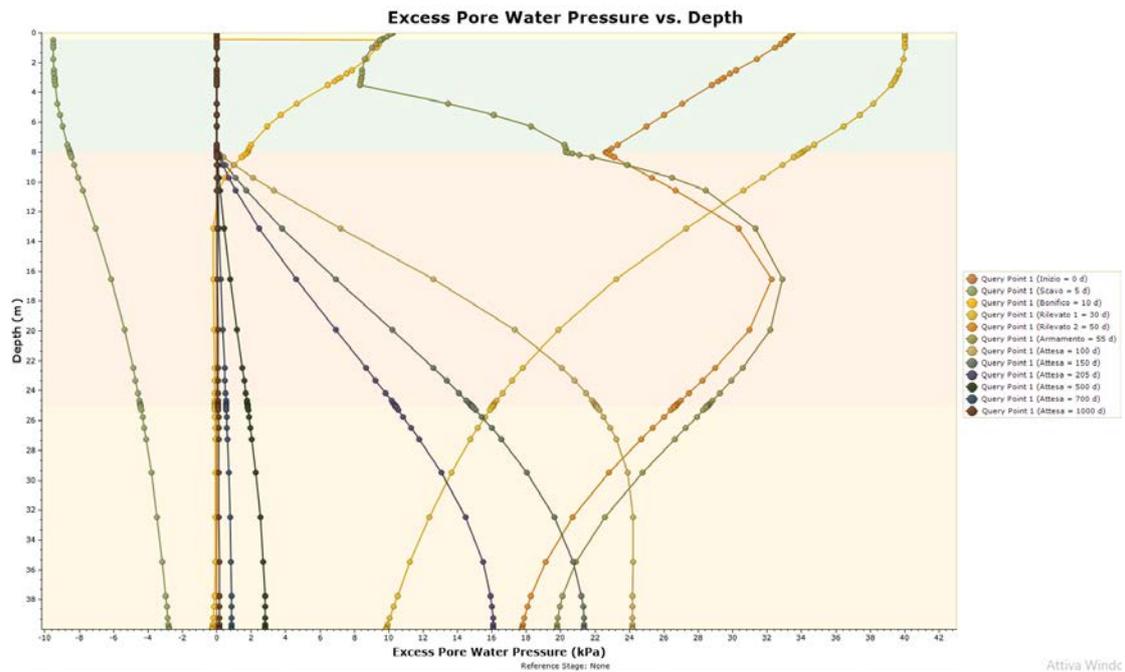


Figura 38: Curve delle sovrappressioni neutre in asse al rilevato ferroviario

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RB</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI0000 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>47 di 60</b>

### 12.3 RI03

Si riportano in seguito le fasi di calcolo analizzate per la stima dei cedimenti del rilevato RI03.

- t=0: stato iniziale
- t= 5 gg: scavo (rilevato ferroviario): – fase di scarico
- t = 10 gg: bonifico
- t = 20 gg: costruzione rilevato ferroviario (prima parte)
- t = 30 gg: costruzione rilevato ferroviario (seconda parte)
- t = 60 gg: dissipazione sovrappressioni residue – tempo di attesa prima della costruzione del rilevato stradale
- t = 65 gg: scavo (rilevato stradale) – fase di scarico
- t = 70 gg: bonifico
- t = 80 gg: costruzione rilevato stradale (prima parte)
- t = 90 gg: costruzione rilevato stradale (seconda parte)
- t = 100, 150, 200, 250 gg: dissipazione sovrappressioni
- t = 300 gg: applicazione sovraccarico (ballast, marciapiedi)
- t = 450, 1000, 1500 gg: dissipazione sovrappressioni residue

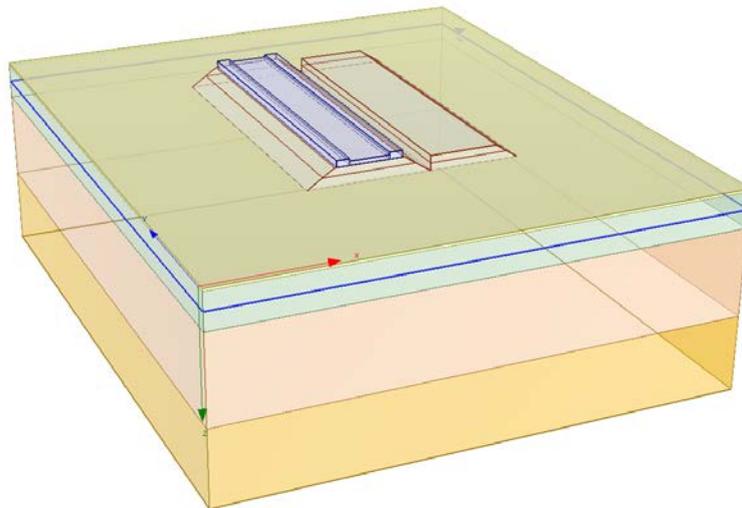


Figura 39: RI03, NV03: modello di calcolo Settle 3D

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Sat. Unit Weight (kN/m3)	Es (kPa)	Eur (kPa)	Material Type	Cc	Cr	OCR	e0	Cv (m2/s)
strato bonifico	□	19	19	15000	15000	-	-	-	-	-	-
ALL1_A	□	19	19	39000	39000	Non-Linear	0.038	0.005	2	0.8	2.5e-005
ANZ2a_sup	□	20.5	20.5	131000	131000	Non-Linear	0.085	0.008	5	0.5	1.3e-005
ANZ2a_inf	□	20.5	20.5	194000	194000	Non-Linear	0.085	0.008	3	0.5	1.3e-005

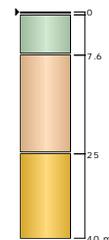


Figura 40: RI03, NV03: stratigrafia di calcolo

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RB</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI0000 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>48 di 60</b>
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati</b>						

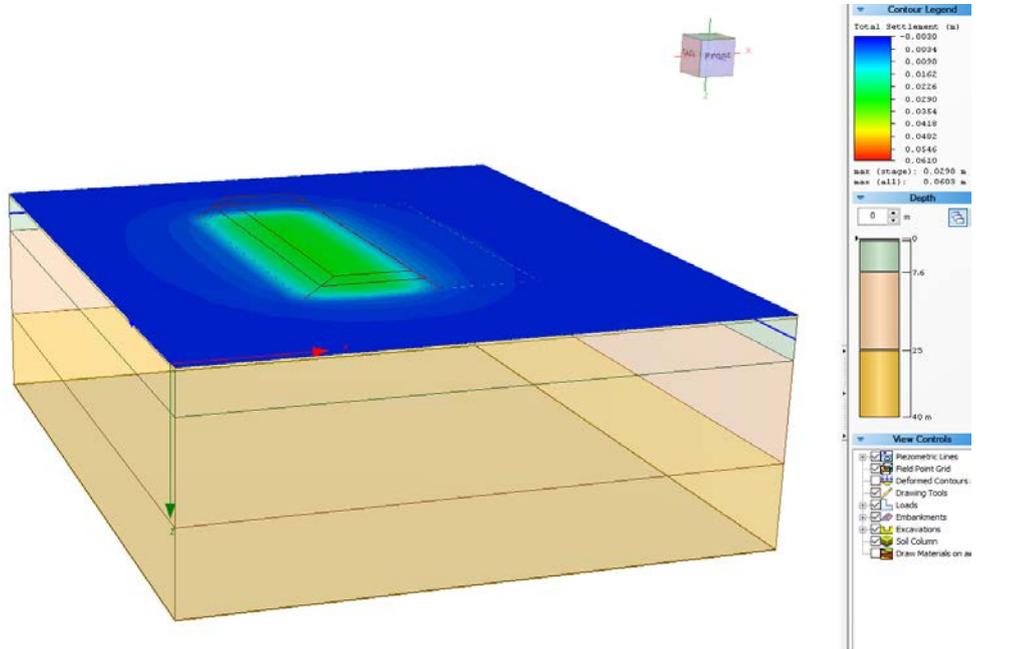


Figura 41: 30 gg – fine costruzione rilevato ferroviario

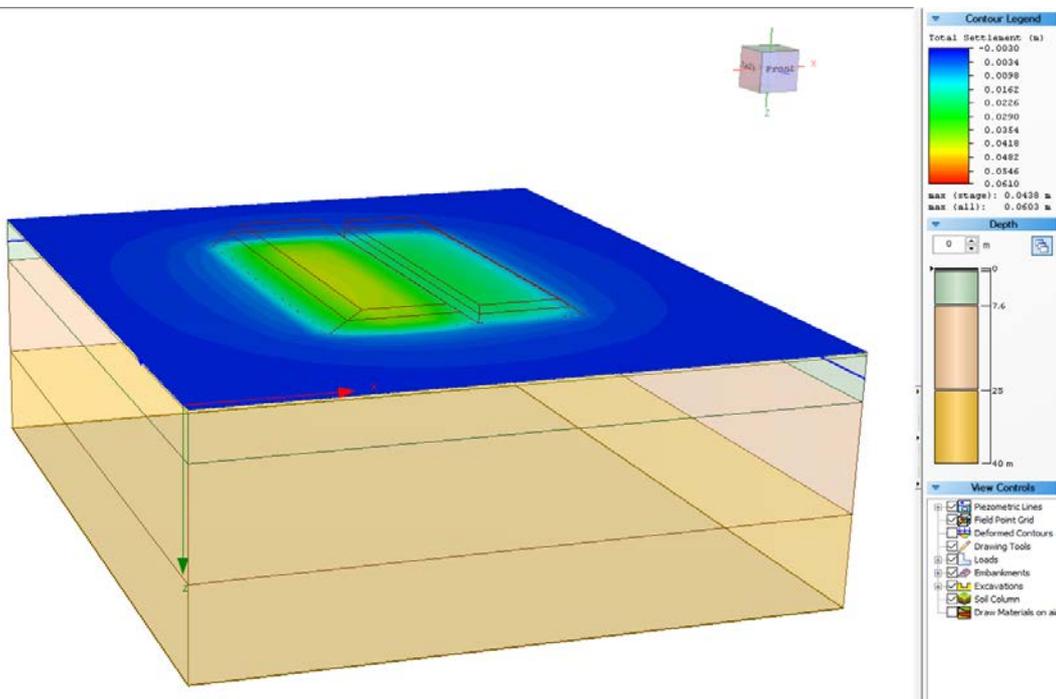


Figura 42: 90 gg – fine costruzione rilevato stradale

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.	<b>COMMESSA</b> IF28	<b>LOTTO</b> 01	<b>CODIFICA</b> E ZZ RB	<b>DOCUMENTO</b> RI0000 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 49 di 60
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati</b>						

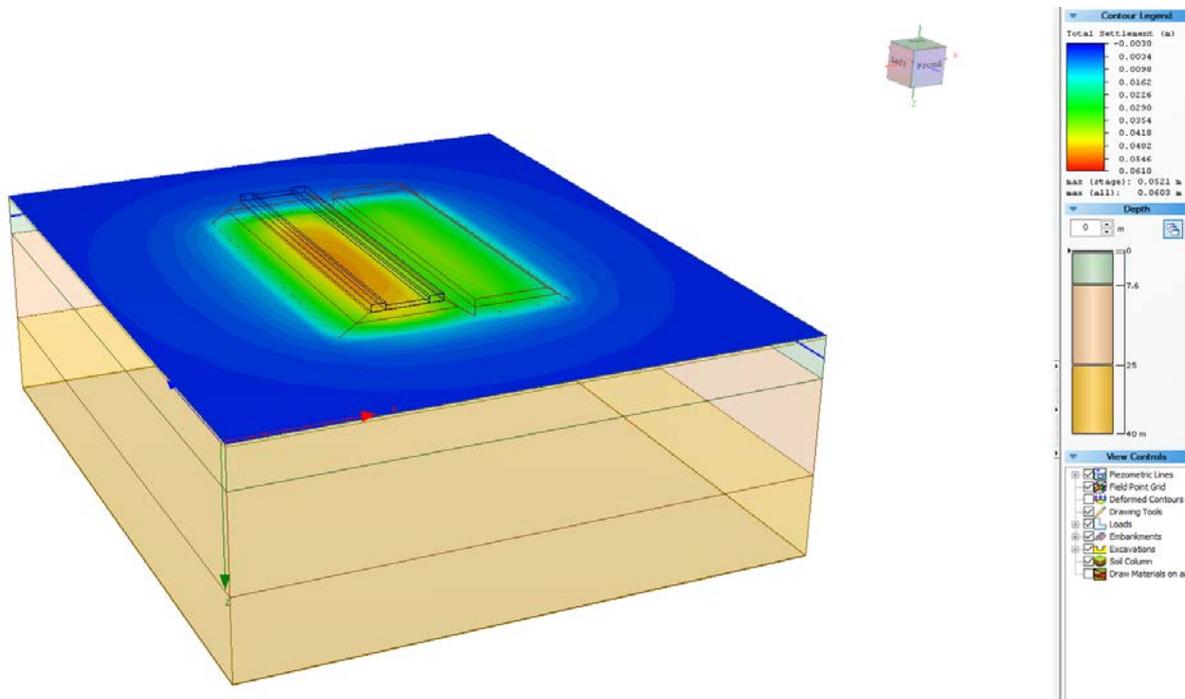


Figura 43: 300 gg – applicazione sovraccarichi

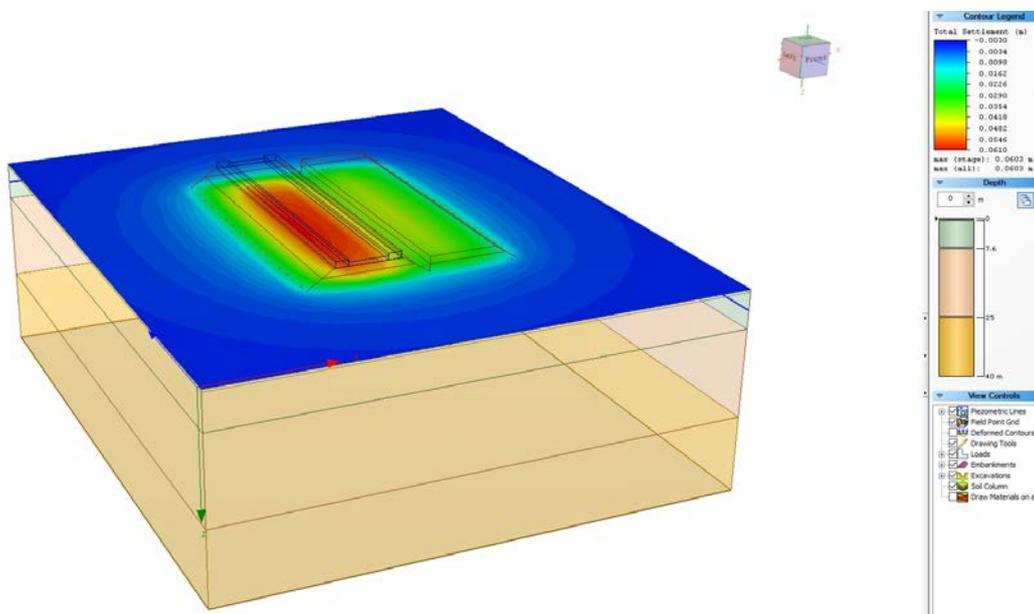


Figura 44: 1500 gg – cedimento di consolidazione esaurito

Il cedimento massimo calcolato alla base del rilevato ferroviario RI03 è pari a circa 6 cm; al termine della costruzione del rilevato stradale in affiancamento (dopo 90 giorni), è maturato un cedimento pari a circa 4.5 cm (75% del totale). Trattandosi di terreni coesivi consistenti e sovraconsolidati, l'effetto del carico dei rilevati induce cedimenti di modesta entità che maturano per la maggior parte nell'arco di tempo di costruzione dei rilevati stessi.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>						
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RB</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI0000 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>50 di 60</b>

Dopo circa 300 giorni (10 mesi), con l'applicazione dei sovraccarichi dovuti al ballast e ai marciapiedi, è maturato un cedimento pari a circa il 90% del valore finale atteso (5.2 cm).

La completa dissipazione delle sovrappressioni interstiziali avviene molto lentamente: l'analisi dei cedimenti si è spinta fino a coprire 1500 giorni producendo cedimenti di consolidazione di entità trascurabile.

Il rilevato stradale NV03 matura un cedimento massimo pari a circa 4 cm.

Di seguito viene riportato l'andamento dei cedimenti nel tempo alla base dei rilevati (quota piano campagna) e in asse al rilevato ferroviario e stradale.

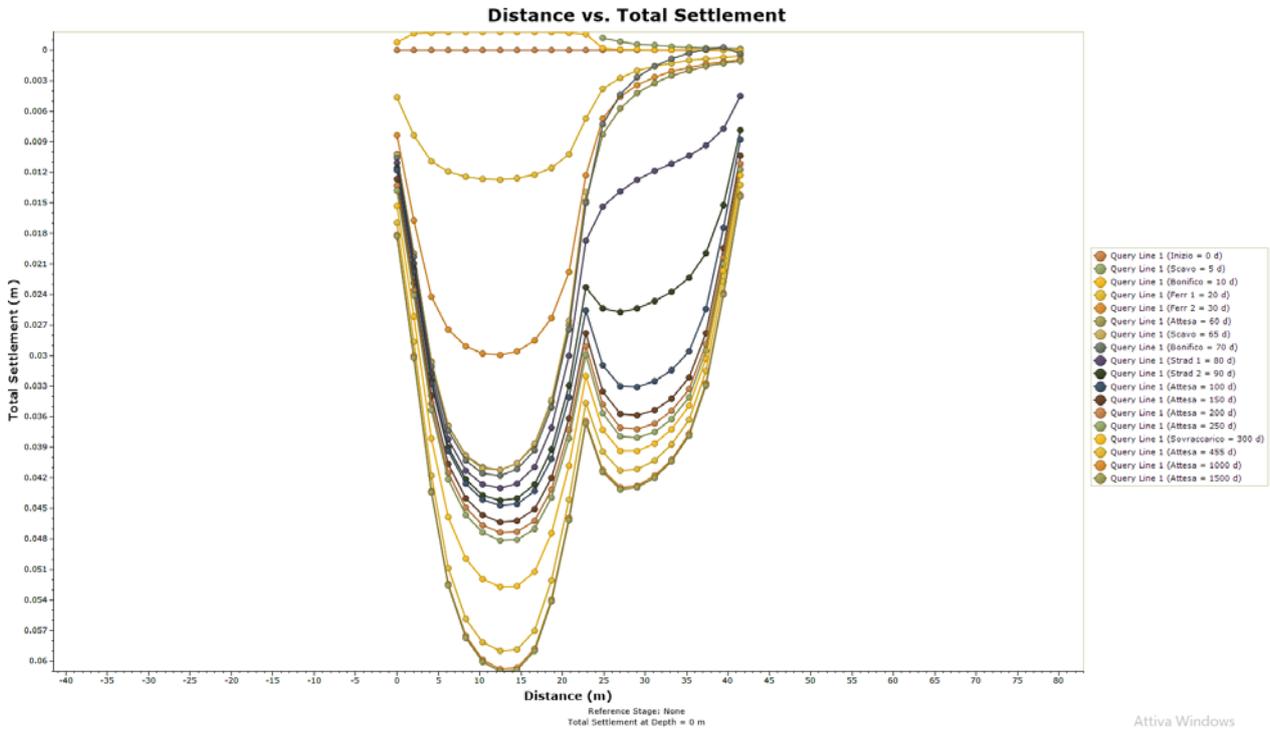


Figura 45: Evoluzione nel tempo dei cedimenti alla base dei rilevati

APPALTATORE:  
Consorzio                      Soci  
HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A

## ITINERARIO NAPOLI – BARI

### RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA

PROGETTAZIONE:  
Mandatario                      Mandanti  
ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.

PROGETTO ESECUTIVO  
**Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF28	01	E ZZ RB	RI0000 001	B	51 di 60

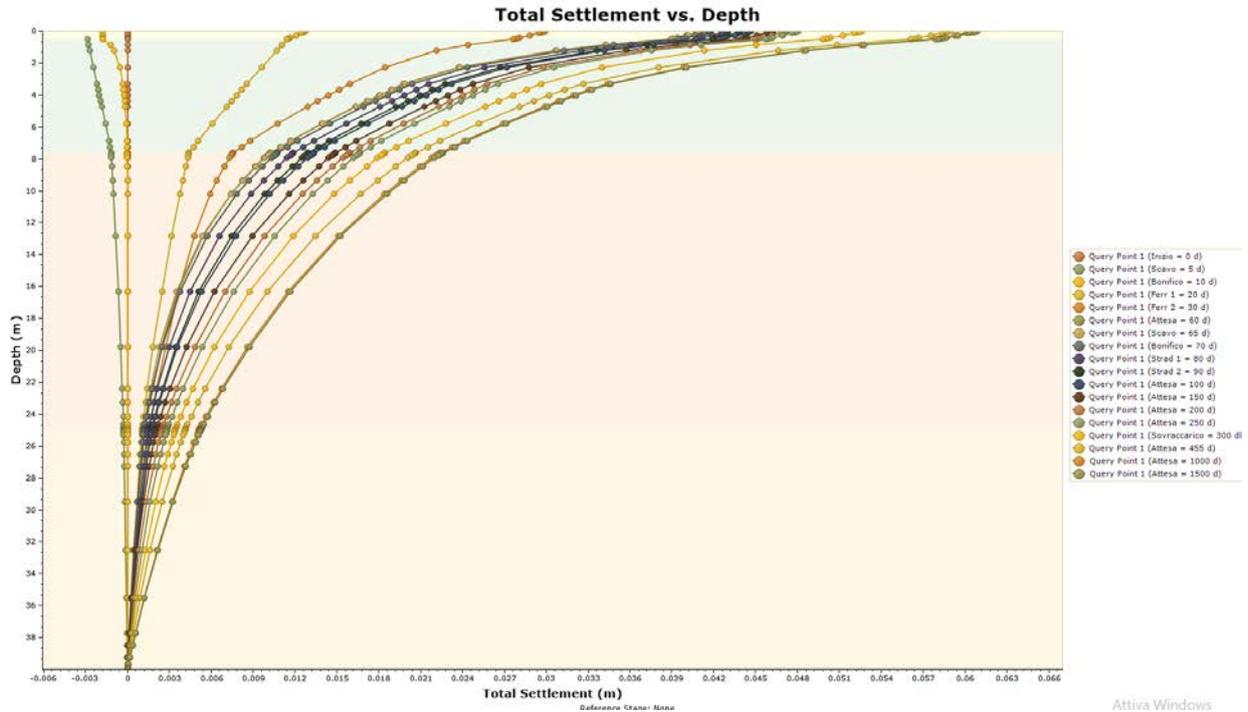


Figura 46: Evoluzione nel tempo dei cedimenti in asse al rilevato ferroviario

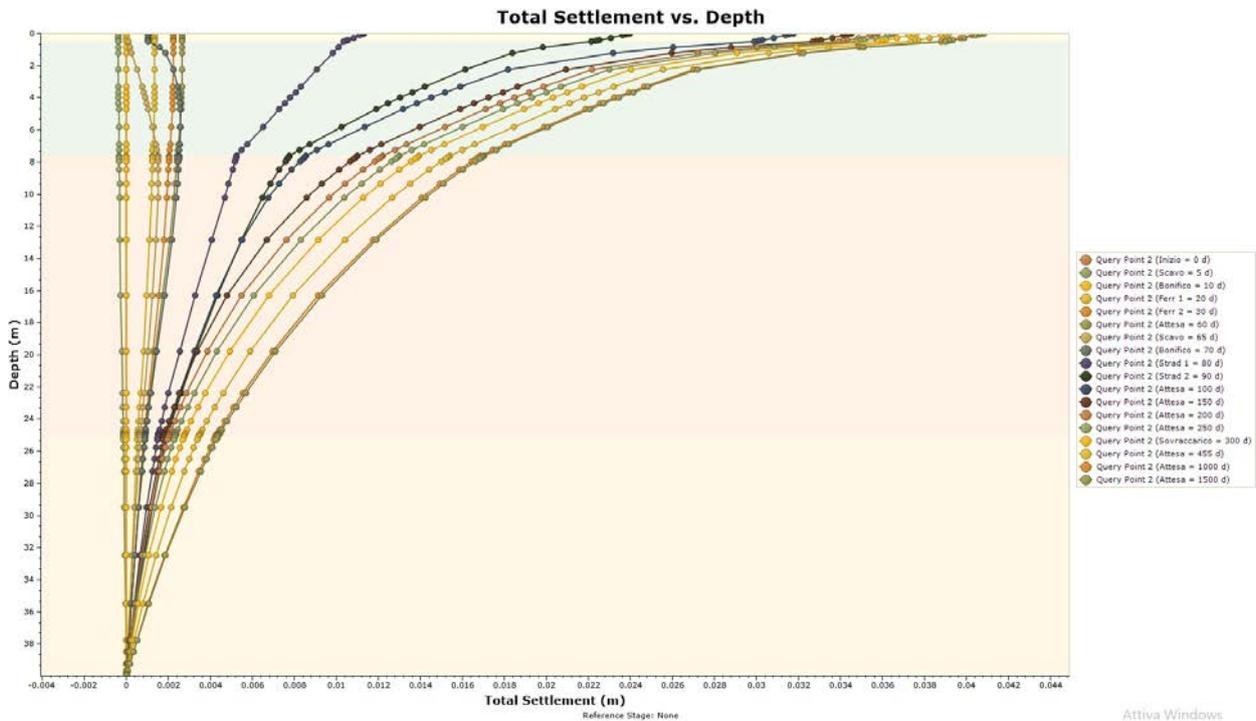
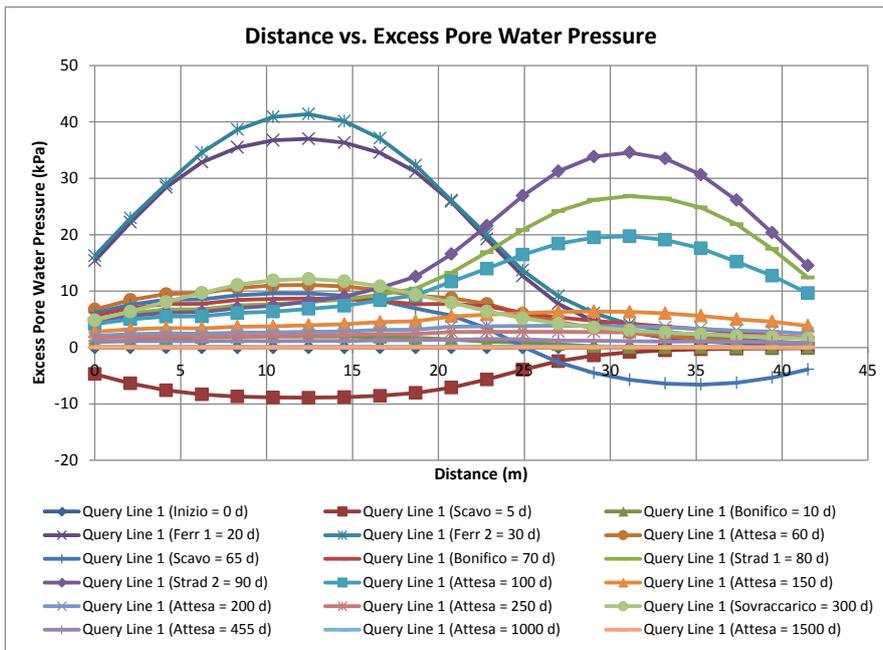


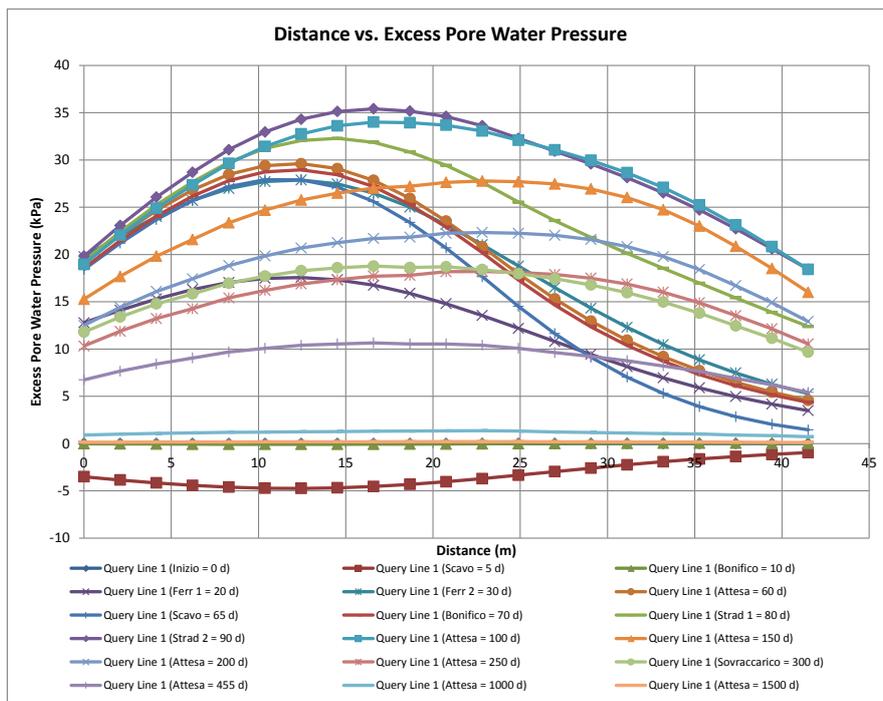
Figura 47: Evoluzione nel tempo dei cedimenti in asse al rilevato stradale

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF28 01 E ZZ RB RI0000 001 B 52 di 60

Di seguito viene riportata l'evoluzione delle sovrappressioni neutre alle profondità corrispondenti al passaggio tra gli strati (7.6 m e 25 m).



**Figura 48: Curve delle sovrappressioni neutre a 7.6 m di profondità**



**Figura 49: Curve delle sovrappressioni neutre a 25 m di profondità**

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A.    NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RB</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI0000 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>53 di 60</b>

## 12.4 RI04

Si riportano in seguito le fasi di calcolo analizzate per la stima dei cedimenti del rilevato RI04.

- t=0: stato iniziale
- t= 5 gg: scavo (rilevato ferroviario): – fase di scarico
- t = 10 gg: bonifico
- t = 20 gg: costruzione rilevato ferroviario (prima parte)
- t = 30 gg: costruzione rilevato ferroviario (seconda parte)
- t = 60, 250 gg: dissipazione sovrappressioni residue
- t = 300 gg: applicazione sovraccarico (ballast, marciapiedi)
- t = 450, 600, 700, 800 gg: dissipazione sovrappressioni residue

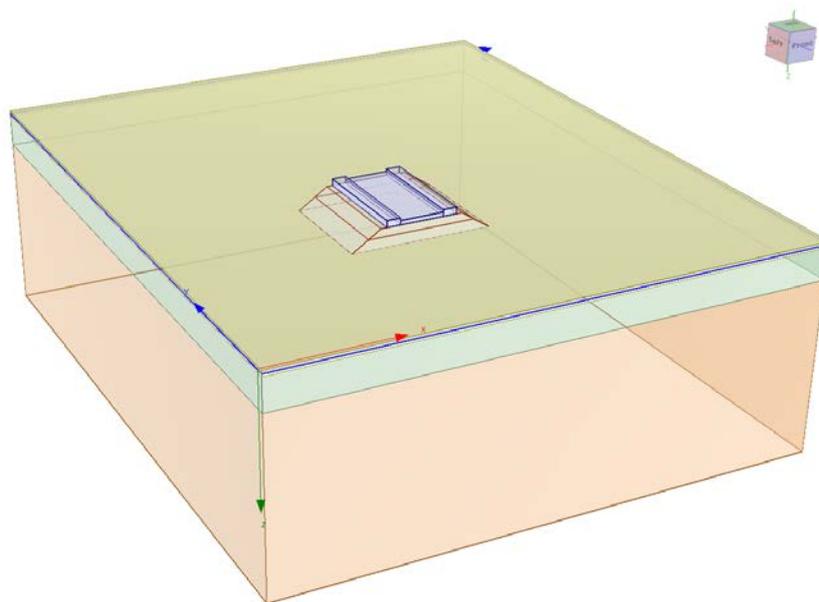
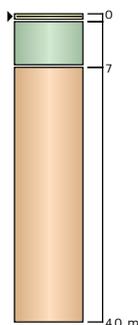


Figura 50: RI04: modello di calcolo Settle 3D



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Sat. Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Es (kPa)	Eur (kPa)	Material Type	Cc	Cr	OCR	e0	Cv (m <sup>2</sup> /s)
strato bonifico	Yellow	19	19	15000	15000	-	-	-	-	-	-
Coltre	Green	20	20	15000	15000	Non-Linear	0.14	0.015	1	0.65	1e-005
BNA2	Orange	22	22	145000	145000	Non-Linear	0.06	0.01	3	0.45	8.3e-006

Figura 51: RI04: stratigrafia di calcolo

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGIO S.P.A.    ASTALDI S.P.A	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RB</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI0000 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>54 di 60</b>
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati</b>						

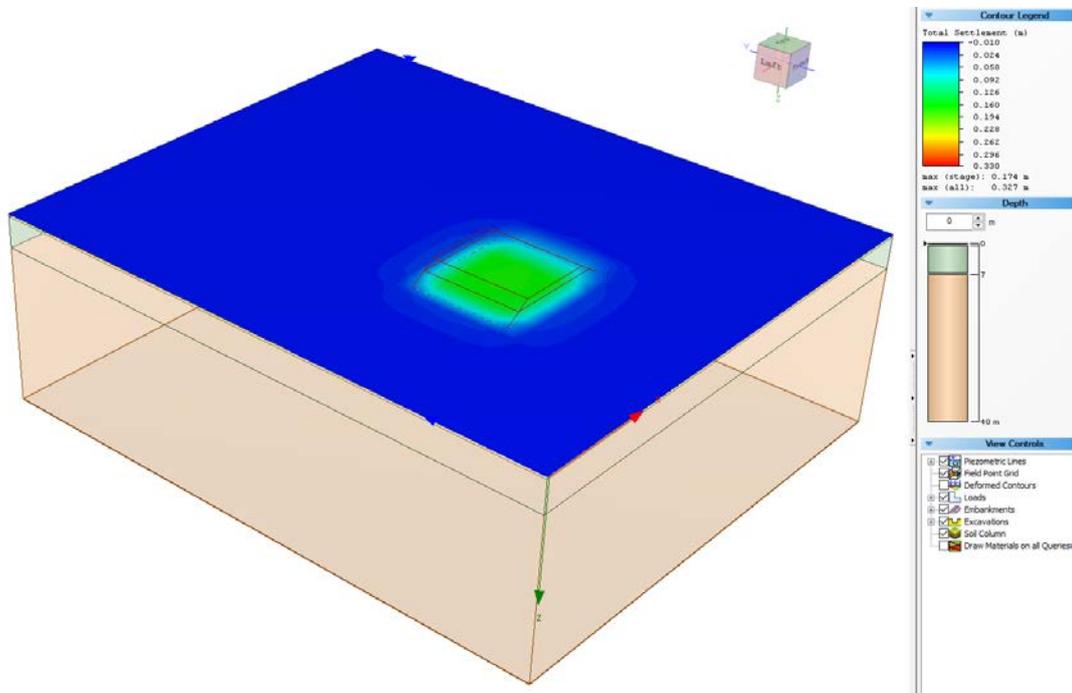


Figura 52: 30 gg – fine costruzione rilevato ferroviario

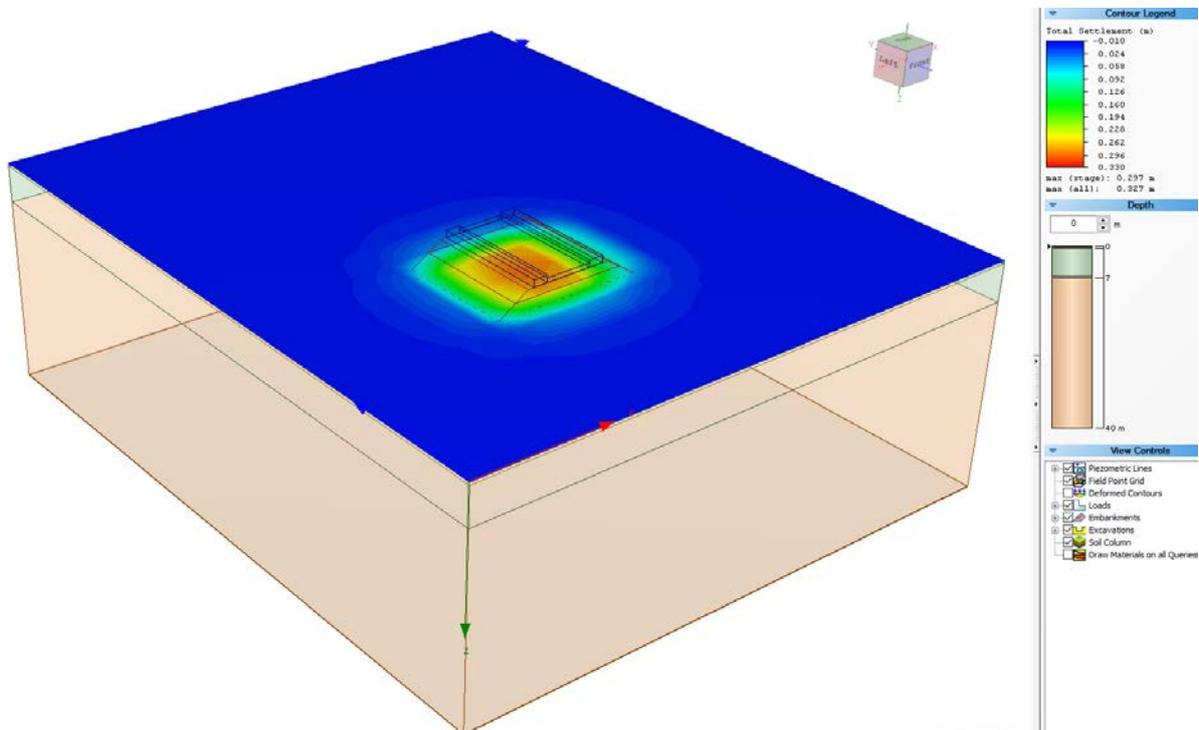
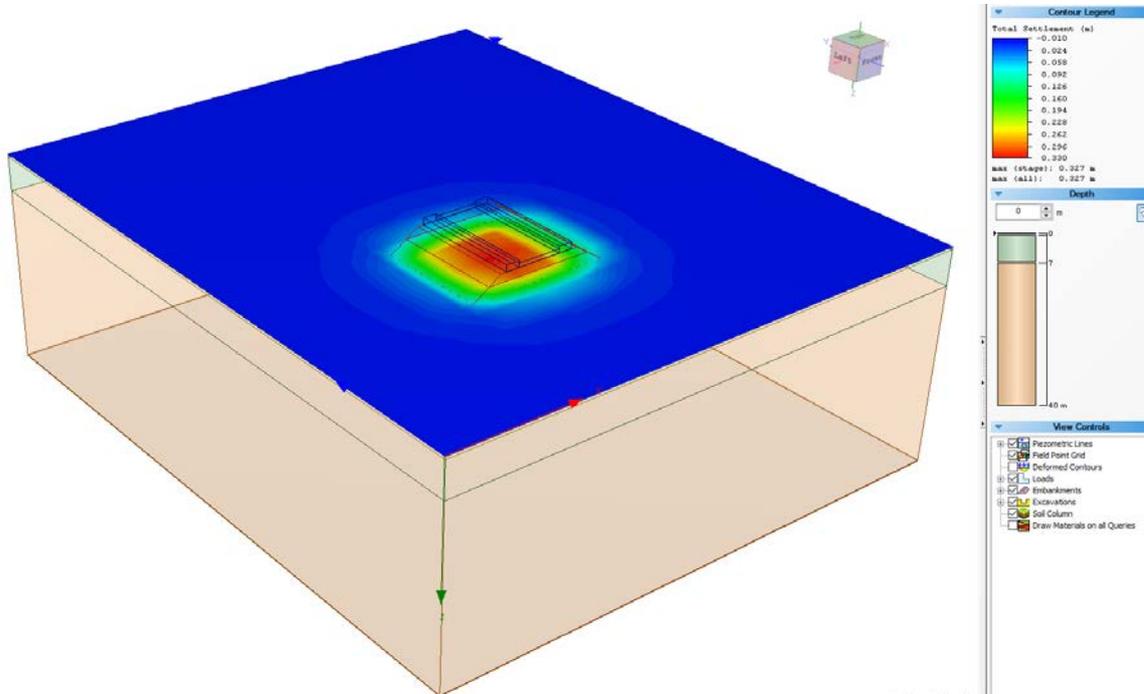


Figura 53: 300 gg – applicazione sovraccarichi

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGIO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RB</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI0000 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>55 di 60</b>



**Figura 54: 800 gg – cedimento di consolidazione esaurito**

Il cedimento massimo calcolato alla base del rilevato ferroviario RI04 è pari a circa 33 cm; al termine della costruzione del rilevato (dopo 30 giorni), è maturato un cedimento pari a circa 17.5 cm (50% del totale).

Il terreno di fondazione è caratterizzato dalla presenza di una coltre superficiale di frana di spessore 7 m: si tratta di terreni con parametri geotecnici scadenti ed elevata compressibilità.

Dopo circa 300 giorni (10 mesi), con l'applicazione dei sovraccarichi dovuti al ballast e ai marciapiedi, è maturato un cedimento pari a circa il 90% del valore finale atteso (30 cm).

La completa dissipazione delle sovrappressioni interstiziali avviene in poco più di due anni: l'analisi dei cedimenti si è spinta fino a coprire 800 giorni.

Di seguito viene riportato l'andamento dei cedimenti nel tempo alla base del rilevato (quota piano campagna) e in asse al rilevato.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGIO S.P.A.    ASTALDI S.P.A		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>							
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati</b>		<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RB</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI0000 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>56 di 60</b>

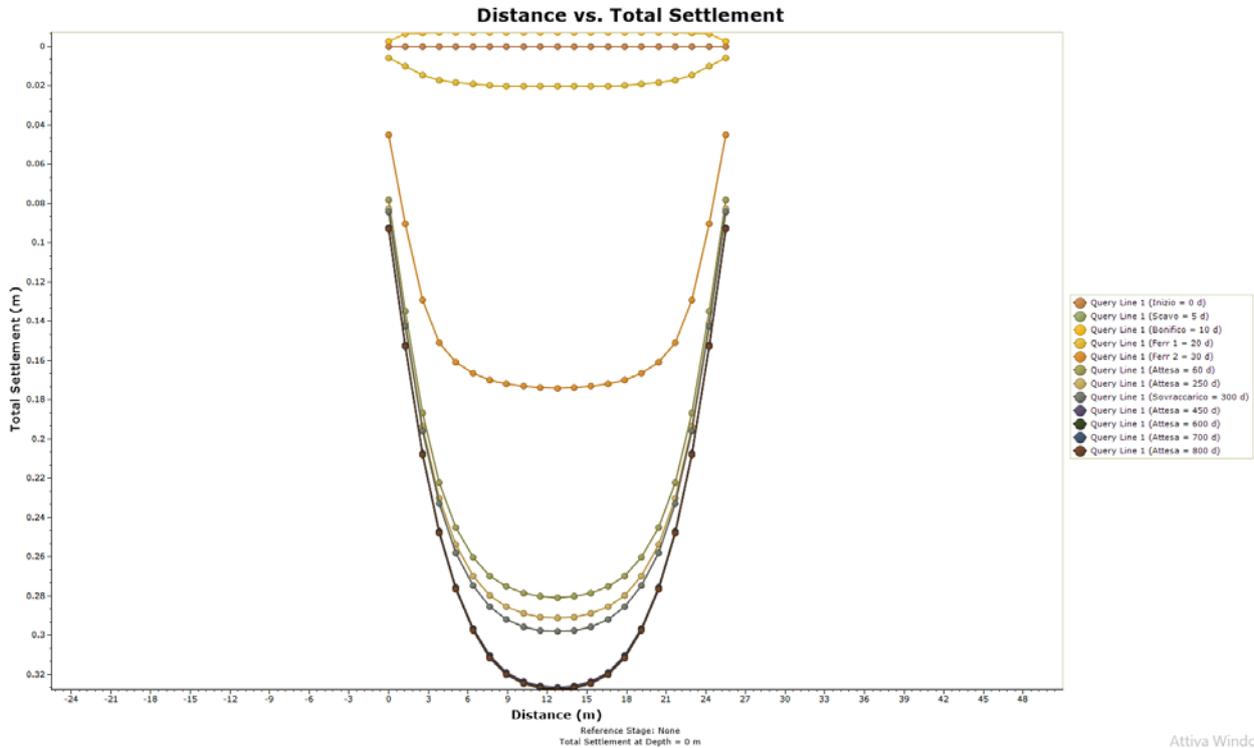


Figura 55: Evoluzione nel tempo dei cedimenti alla base del rilevato

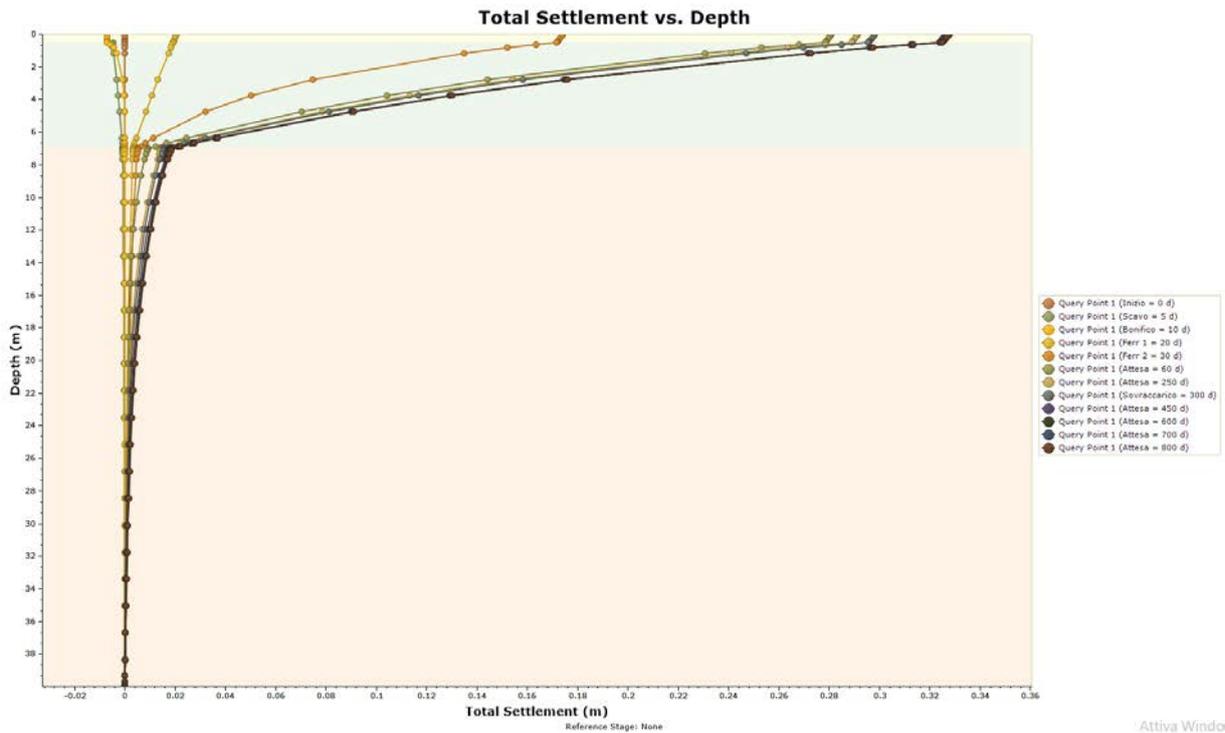


Figura 56: Evoluzione nel tempo dei cedimenti in asse al rilevato

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>						
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RB</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI0000 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>57 di 60</b>

Di seguito viene riportata l'evoluzione dell'eccesso di sovrappressioni neutre alle profondità corrispondenti al passaggio tra gli strati (7 m) e a 25 m.

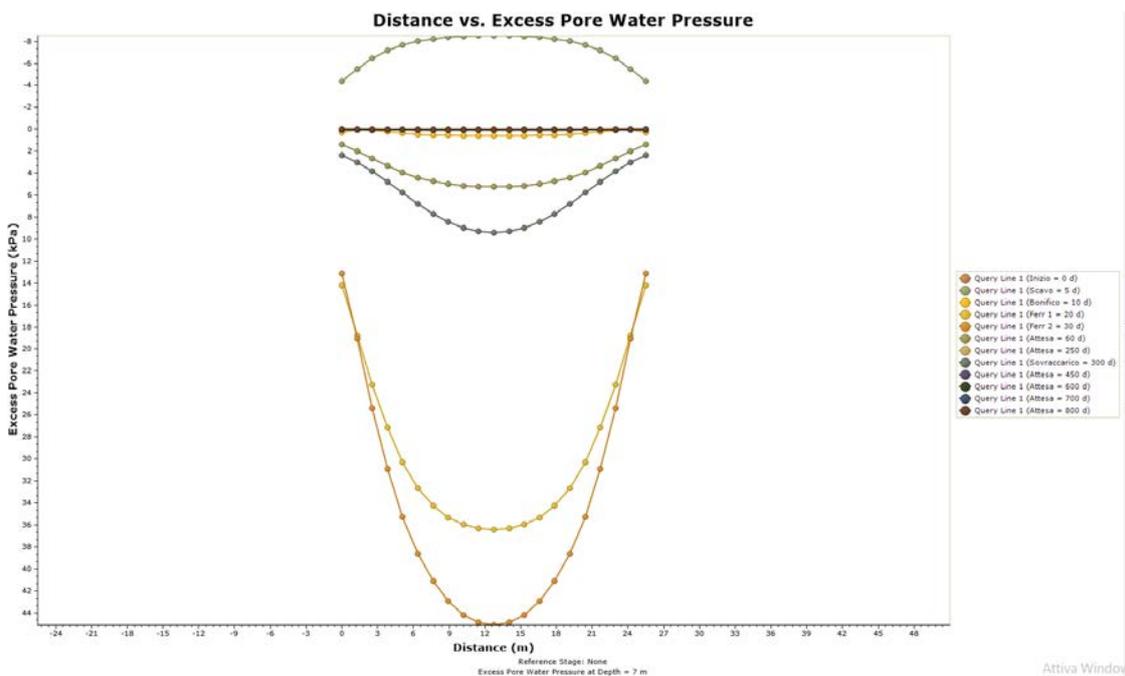


Figura 57: Curve dell'eccesso di sovrappressioni neutre a 7 m di profondità

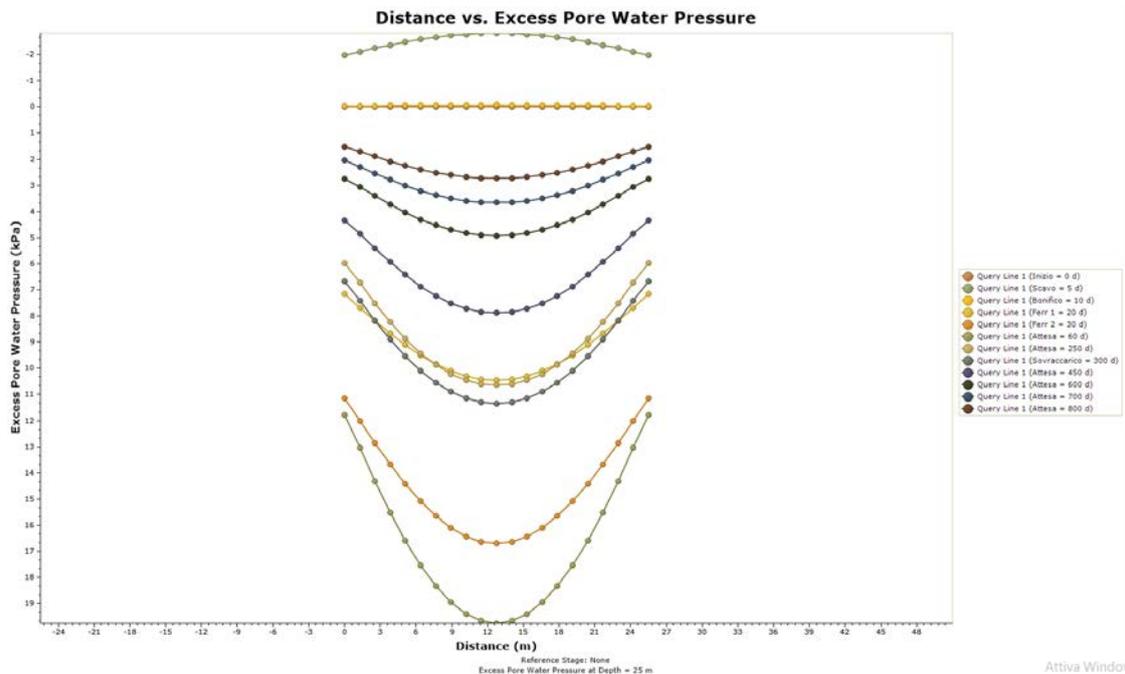


Figura 58: Curve dell'eccesso di sovrappressioni neutre a 25 m di profondità

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RB</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI0000 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>58 di 60</b>

## 12.5 RI05

I terreni di fondazione del rilevato RI05 sono costituiti da sabbia e sabbia limosa (unità ALL2\_S) e sabbie quarzose-feldspatiche con interstrati marnoso-argillosi (unità BNA3). Trattandosi di terreni di natura prevalentemente granulare si assume che i cedimenti siano di tipo immediato e che maturino durante la costruzione del rilevato.

Il calcolo dei cedimenti è stato condotto utilizzando i moduli operativi  $E_{op,2}$  riportati in Tabella 8.

Al fini del calcolo è stato considerato uno spessore medio pari a 5 m per l'unità ALL2\_S; la falda di progetto viene assunta alla quota +150 m l.m.m., a circa 3 m di profondità dal piano campagna.

I cedimenti massimi in asse al rilevato sono pari a circa 11 cm, con riferimento alla sezione di altezza massima pari a 10 m dal piano del ferro al piano campagna.

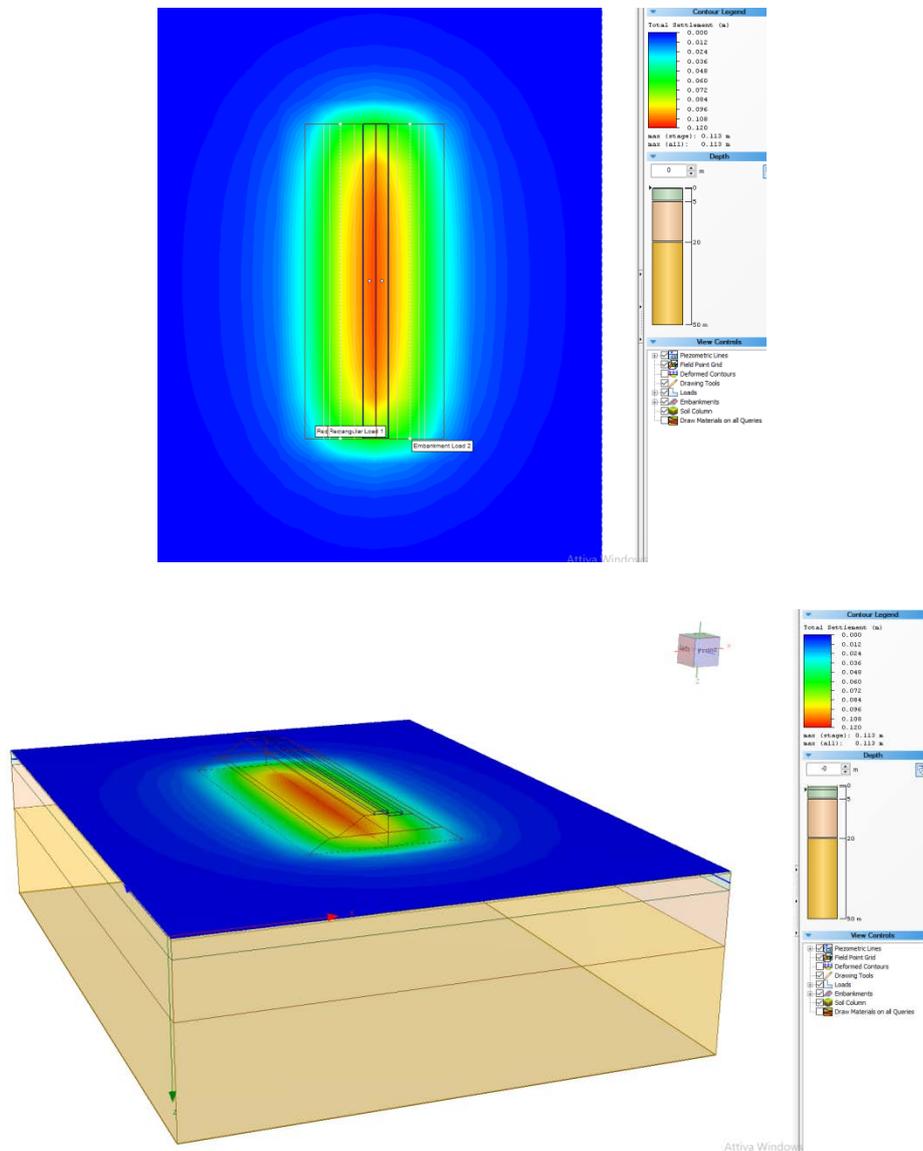
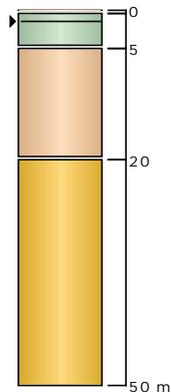


Figura 59: Settle 3D - Modello di calcolo cedimenti

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>						
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RB</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI0000 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>59 di 60</b>



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Sat. Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Es (kPa)
strato bonifico	Light Green	19	19	15000
ALL2_S	Green	20.5	20.5	24500
BNA3_sup	Orange	20.5	20.5	45500
BNA3_inf	Yellow	20.5	20.5	80500

Figura 60: Stratigrafia di calcolo

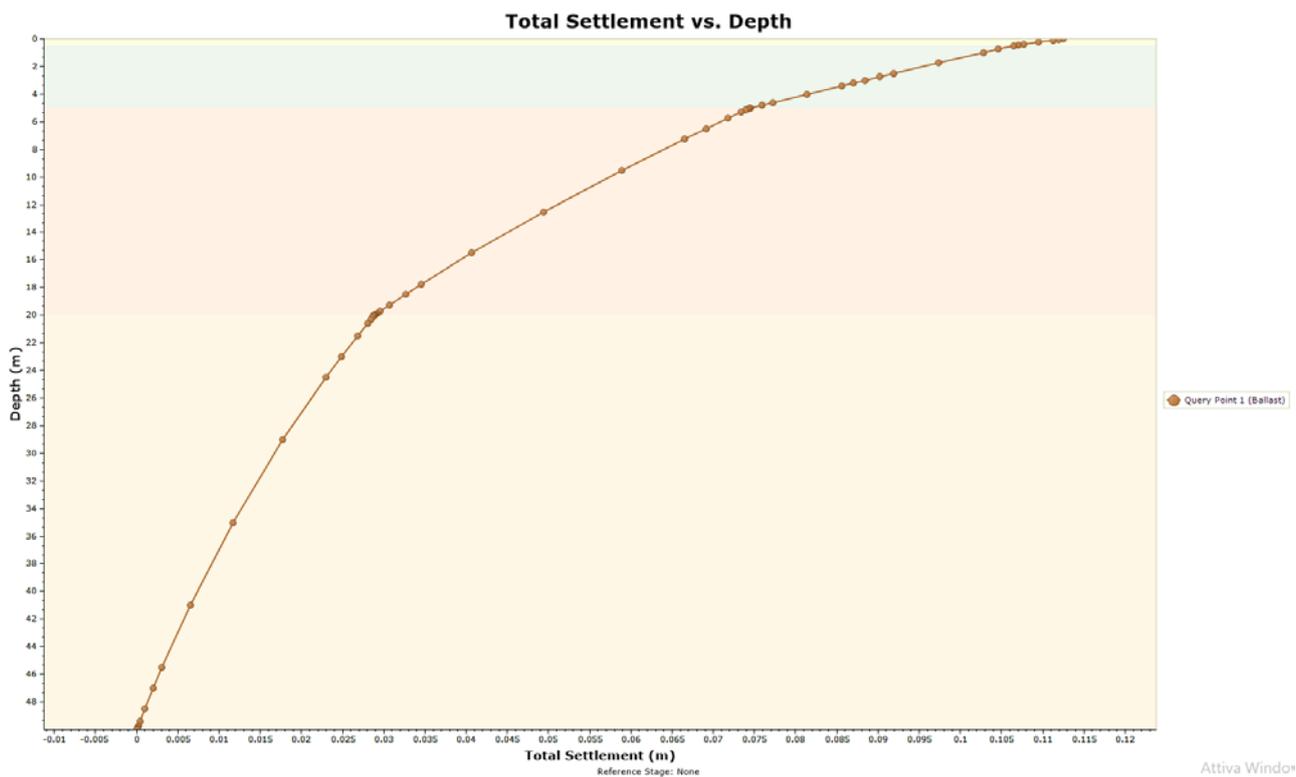
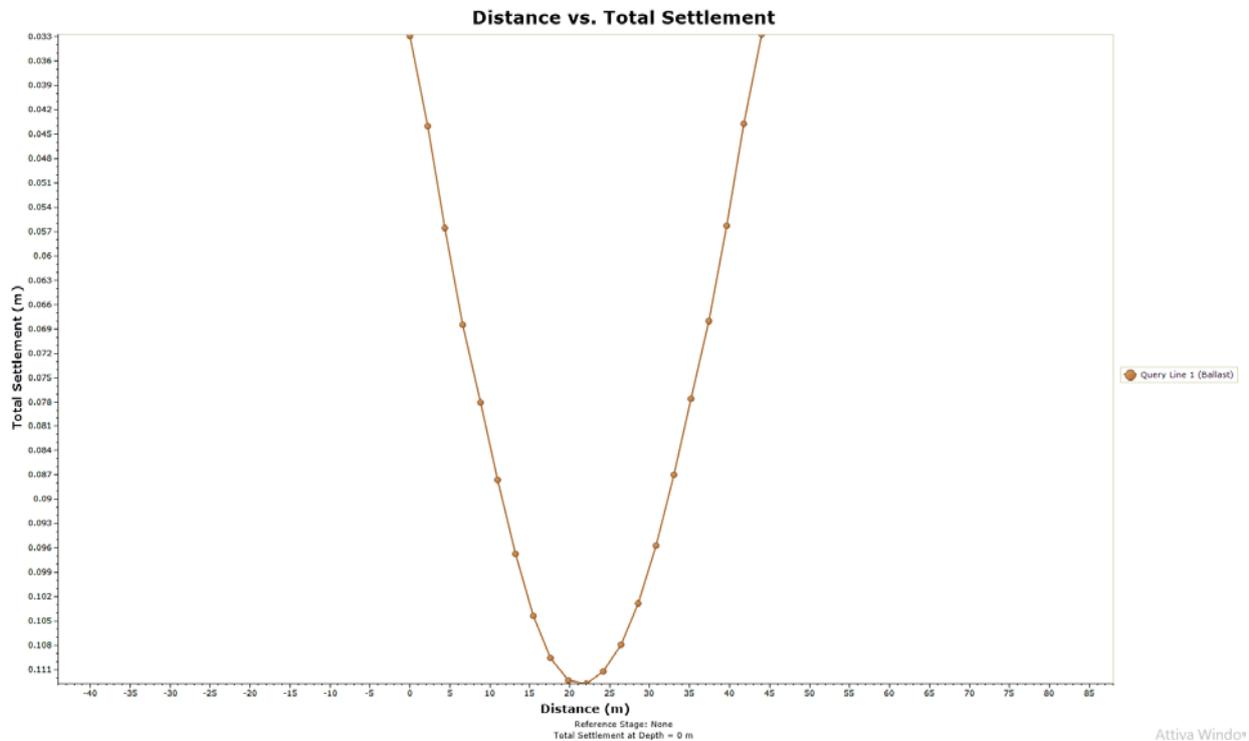


Figura 61: Cedimenti in asse al rilevato

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione geotecnica generale e calcolo - Rilevati</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RB</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI0000 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>60 di 60</b>



**Figura 62: Cedimenti alla base del rilevato**